UNIV.OF
TORONTO
LIBRARY

Digitized by the Internet Archive
in 2026 with funding from
University of Toronto

https://archive.org/details/grundzgederbotan00luer

Grundzüge der Botanik,

Repetitorium

für Studirende der Naturwissenschaften und Medicin,

und

Lehrbuch

für polytechnische, land- und forstwirthschaftliche Lehranstalten.

TORONTO LIBRARY
UNIVERSITY

Von

Dr. Chr. Luerssen,

Professor der Botanik an der Kgl. Forstacademie in Eberswalde.

Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage.

Mit 367 grösstentheils vom Verfasser auf Holz gezeichneten Abbildungen.

306995
H. 12. 34

Leipzig

Verlag von H. Haessel.

1885.

Alle Rechte vorbehalten.

Vorwort zur ersten bis vierten Auflage.

Die „Grundzüge der Botanik“ sind in erster Linie für den Studirenden der Naturwissenschaften und Medicin bestimmt. Sie sollen demselben den Hauptinhalt der wichtigsten Vorträge über Botanik wiedergeben und so zunächst das in so vieler Beziehung verwerfliche „Nachschreiben“ ersparen. Sie sollen ferner bei Vorbereitungen zum Examen ein Leitfaden zur Repetition des Gelernten sein, ohne darum speciellere Lehrbücher ersetzen zu wollen.

Dass manche physiologische Fragen bereits in den Abschnitten über Anatomie und Morphologie an passender Stelle erörtert wurden, geschah deshalb, um Zusammengehöriges und Verwandtes möglichst zu vereinigen und dadurch fester einzuprägen. Die Systematik erfuhr eine etwas ausführlichere Bearbeitung, als dies gewöhnlich in ähnlichen Büchern zu geschehen pflegt. Namentlich wurden den deutschen Familien der Gefässpflanzen Tabellen zum Bestimmen der Gattungen (mit Ausschluss cultivirter und sehr selten vorkommender) beigefügt, um auf diese Weise einen etwas tieferen Einblick in die Organisation derselben zu geben und das stete Mitführen einer Flora zu umgehen. Die Terminologie wurde hier, wie auch im morphologischen Theile, als aus dem Elementarunterrichte bekannt vorausgesetzt. Dass die gewöhnlichsten Zierpflanzen, sowie namentlich arzneilich und technisch wichtige Gewächse sammt Angabe der betreffenden Handelsartikel und ihrer wesentlichsten chemischen Bestandtheile, so weit es der Raum gestattete, aufgezählt wurden, bedarf wohl keiner Rechtfertigung und ebenso dürften vielleicht die kurzen paläontologischen Notizen Manchem willkommen sein.

Mit vorstehenden Worten wurden die „Grundzüge“ im December 1876 den Studirenden unserer Hochschulen zur Benutzung übergeben. Zwei zu Ostern 1879 und im Februar 1881 erschienene Auflagen haben am äusseren Gewande wie in der ursprünglichen Fassung des Textes mancherlei Aenderungen und — der Verfasser will es wenigstens hoffen — Verbesserungen eintreten lassen. Auch die jetzige

vierte Auflage wurde auf Grund verschiedener freundschaftlicher Rathschläge wie nach Maassgabe neuerer Forschungen berichtigt und in einzelnen Abschnitten umgearbeitet. Die dabei allmählich nothwendig gewordene Erweiterung des Textes und die Vermehrung der Abbildungen rechtfertigen es wohl, dass von Seiten des Herrn Verlegers der bis jetzt mit grosser Liberalität eingehaltene niedrige Preis des Buches diesmal entsprechend erhöht wurde.

Irrthümer und Mängel wird auch die neue Auflage noch aufzuweisen haben. Das Manuscript derselben wurde im Wesentlichen bereits zu Pfingsten dieses Jahres abgeschlossen und während des Druckes konnten daher nur noch kleinere Aenderungen im Texte vorgenommen werden. Zudem ist zu bedenken, dass rastloses Schaffen die botanische Literatur von Jahr zu Jahr an Umfang so zunehmen lässt, dass es dem Einzelnen immer schwerer gemacht wird, das Gesammtergebniss der Forschungen ohne Verstösse und Mängel dem engen Rahmen eines Lehrbuches einzufügen. Es kann daher auch für die vierte Auflage die Bitte um nachsichtige Aufnahme nur wiederholen

Eberswalde, Anfang November 1884.

der Verfasser.

Erklärung der Abkürzungen und Zeichen im systematischen Theile.

B = Blüthe.
P = einfache Blüthenhülle oder Perigon.
K = Kelch.
C = Blumenkrone.
A = Androeceum, resp. Staubgefässe.
G = Gynaeceum (Pistill).
Blüthenformeln, vgl. S. 390.
* regelmässige oder actinomorphe Blüthe.
↑ zygomorphe Blüthe.

☿ Zwitterblüthe.
♂ männliche Blüthe.
♀ weibliche Blüthe.
⊙ einjährige, ⊙⊙ zweijährige, 4 ausdauernde } Kräuter.
ħ Sträucher.
ħ Bäume.

Berichtigungen.

S. 42, § 84, Zeile 8, lies **144** statt 154.
S. 46, § 93 letzte Zeile, lies **umgeformt** statt ungeformt.
S. 333 ist zu lesen: **VI** Classe, statt IV.
S. 449, Zeile 7 v. unten lies **Triticin** statt Triticum.

INHALT.

(Die Zahlen zeigen die Seiten an.)

I. Theil. Allgemeine Morphologie und Physiologie.

1. Die äussere Gliederung der Pflanze 1.

Glieder und Organe 1. Die Wurzel 3. Der Stamm 6. Die Blätter 11. Die Trichome 14. Stellungsverhältnisse der Glieder 15. Verzweigung der Glieder 21.

2. Der innere Bau der Pflanze 25.

Die Zelle als Grundorgan der Pflanze 25. Die Bestandtheile der einzelnen Zelle: Das Protoplasma 28; der Zellkern 33; die Zellhaut 34; das Chlorophyll und verwandte Farbstoffe 45; die Stärke 47; das fette Oel 50; der Zellsaft und die in ihm enthaltenen Stoffe (Inulin, Zucker, Gerbstoff, Anthocyan, Krystalle) 50.

Die Bildung der Zellen 52.

Die Zelle in Verbindung mit anderen Zellen zu Geweben 59: Allgemeine Erläuterungen, Gewebeformen, Intercellularräume etc. 59; die Oberhaut 63; das Hypoderm (Collenchym, Sclerenchym, Kork, Borke) 71; die Fibrovasalstränge 75; das Grundgewebe 85; die Secretbehälter 89.

Die Entwickelung der Gewebe aus dem Urmeristem und das Dickenwachsthum des Stammes 92: Vegetationspunkte und Vegetationskegel 93; Differenzirung der Fibrovasalstränge und Dickenwachsthum bei Monocotyledonen 101; desgleichen bei Gymnospermen und Dicotyledonen 102; Abweichungen vom normalen Stammbau 105; Zweig- und Blattanlage bei Phanerogamen 106; Wachsthum der Wurzeln der Phanerogamen 107.

3. Die Lebensvorgänge in der Pflanze 110.

Die Ernährung der Pflanze 110: Die Nährstoffe und ihre Bedeutung 110; die Aufnahme der Nährstoffe aus dem Boden 112; die Assimilation 114; der Stoffwechsel und die Stoffwanderung 117.

Die Athmung 126.

Die Bewegung des Wassers in der Pflanze 128: Die langsame Bewegung des Wassers während des Wachsthums 128; die Transpiration 129; die Wasserströmung im Holze 131; der Wurzeldruck 134.

Die Bewegung der Gase in der Pflanze 135.

Das Wachsthum 137: Eigenschaften wachsender Pflanzentheile 137; die Gewebespannung 139; die Periodicität des Längenwachsthums 143; die Wirkung der Wärme auf das Wachsthum 145; die Wirkung des Lichtes auf das Wachsthum 146; die Wirkung der Schwerkraft auf das Wachsthum 149; die Nutationsbewegungen wachsender Organe 153.

Die Variationsbewegungen ausgewachsener Organe 158: Variationsbewegungen in Folge von Berührung oder Erschütterung 158; desgl. in Folge von Licht- und Temperaturschwankungen 161; spontane Variationsbewegungen 162; vorübergehende Starrezustände der Bewegungsorgane 163.

Die Fortpflanzung 163.

II. Theil. Specielle Morphologie und Systematik 167.

Die Hauptgruppen des Pflanzenreiches 167.

I. Abtheilung. Sporophyta. Sporenpflanzen 170.

I. Gruppe. Thallophyta. Lagerpflanzen 170.

I. Classe. Algae. Algen 175.

1. Cyanophyceae 176: Chroococcaceae, Oscillariaceae, Nostocaceae, Scytonemaceae, Sirosiphoneae, Rivulariaceae.
2. Bacillariaceae (Diatomaceae) 179.
3. Chlorophyceae 181: Conjugatae (Zygnemaceae, Mesocarpeae, Desmidiaceae) 182; Siphoneae (Vaucheriaceae, Botrydiaceae, Dasycladeae, Caulerpeae, Codieae) 184; Volvocineae 186; Protococcaceae (Eremobiae, Hydrodictyeae) 187; Palmellaceae 188; Confervoideae (Ulotricheae, Cladophoraceae, Chaetophoraceae, Sphaeropleaceae, Oedogoniaceae, Coleochaeteae) 188; Characeae 192.
4. Phaeophyceae 195: Phaeosporeae 196; Fucaceae 199.
5. Rhodophyceae 201: wichtigste Familien 205.

II. Classe. Fungi. Pilze 205.

6. Myxomycetes 209.
7. Schizomycetes 211.
8. Phycomycetes 212: Mucorineae, Chaetocladiaceae, Piptocephalideae, Mortierelleae, Entomophthoreae 212; Peronosporaceae 214; Saprolegniaceae 216.
9. Ustilagineae 218.
10. Ascomycetes 220: Gymnoasci 222; Erysipheï 222; Tuberaceï 225; Pyrenomycetes 226; Discomycetes 231; Lichenes 233.

Zweifelhafte Ascomyceten (?): Saccharomycetes 244.

11. Aecidiomycetes 245.
12. Basidiomycetes 248: Tremellini 250; Gastromycetes (Lycoperdaceï, Nidulariaceï, Phalloideï etc.) 251; Hymenomycetes 253 (Clavarieï, Telephoreï, Hydneï, Polyporeï, Agaricini 264).

Fossile Thallophyten 266.

II. Gruppe. Muscineae (Bryophyta). Moose 267.

III. Classe. Hepaticae. Lebermoose 269.

13. Marchantiaceae 277: Riccieae, Corsinieae, Marchantieae.
14. Jungermanniaceae 279.
15. Anthoceroteae 280.

IV. Classe. Musci. Laubmoose 280.

16. Sphagna 288.
17. Schizocarpae 288.
18. Cleistocarpae (Phascoideae) 290.
19. Stegocarpae (Bryinae) 293.

III. Gruppe. Pteridophyta. Farnpflanzen (Cryptogamae vasculares, Gefässkryptogamen) 296.

V. Classe. Filicinae 301.

20. Filices 301: Hymenophyllaceae, Polypodiaceae, Cyatheaceae, Gleicheniaceae, Schizaeaceae, Osmundaceae 315—320.

21. Marattiaceae 320.
22. Ophioglossaceae 323.
23. Hydropterides (Rhizocarpeae) 325: Salviniaceae 326; Marsiliaceae 330.

VI. Classe. Equisetinae 333.

24. Equisetaceae 333. — Calamarieae 338.

VII. Classe. Lycopodinae 338.

25. Lycopodiaceae 338: Lycopodieae 339; Psilotaceae 342.
26. Isoëtaceae 342.
27. Selaginellaceae 345. — Lepidodendreae und Sigillarieae 349.

II. Abtheilung. Spermaphyta. Samenpflanzen (Phanerogamae) 350.

IV. Gruppe. Gymnospermae 356.

VIII. Classe. Cycadeae 357.

Cycadineae und Zamieae 361.

IX. Classe. Coniferae 362.

28. Taxaceae 377: Taxineae.
29. Araucariaceae 378: Cupressineae, Taxodineae, Araucarieae, Abietineae.

X. Classe. Gnetaceae 384.

30. Gnetaceae 384.

V. Gruppe. Angiospermae 385.

Vegetationsorgane 385. Blüthe 387. Entwickelungsgeschichte der Blüthe 391. Blüthenhülle 397. Androeceum 400. Gynaeceum 410. Entwickelungsgeschichte der Samenknospen 414. Bestäubung 418. Befruchtung und Entwickelung des Embryo und der Frucht 421.

XI. Classe. Monocotyledoneae 431.

31. Liliiflorae 433: Liliaceae, Juncaceae, Amaryllidaceae, Iridaceae, Dioscoraceae, Bromeliaceae.
32. Enantioblastae 439: Commelinaceae (Centrolepideae, Restiaceae, Eriocaulaceae, Xyridaceae).
33. Spadiciflorae 439: Palmae, Cyclanthaceae, Pandanaceae, Typhaceae, Araceae (Aroideae), Najadaceae.
34. Glumaceae 444: Gramineae, Cyperaceae (450).
35. Scitamineae 451: Musaceae, Zingiberaceae, Marantaceae (Cannaceae).
36. Gynandrae 453: Orchidaceae, Apostasiaceae, Burmanniaceae.
37. Helobiae 458: Juncaginaceae, Alismaceae, Hydrocharidaceae.

XII. Classe. Dicotyledoneae 459.

1. Choripetalae (incl. Apetalae) 464.

38. Amentaceae 464: Cupuliferae (Betulaceae, Corylaceae, Fagaceae) 465; Juglandaceae 467; Myricaceae, Salicaceae, Casuarinaceae 468.
39. Piperinae 469: Piperaceae, Saurureae, Chloranthaceae.
40. Urticinae 469: Urticaceae (Urticeae, Moreae, Artocarpeae, Cannabineae) 470; Ulmaceae, Platanaceae, Ceratophyllaceae 472.
41. Centrospermae 472: Polygonaceae, Chenopodiaceae 473; Amarantaceae, Phytolaccaceae 474; Nyctaginiaceae, Caryophyllaceae 475; Aizoaceae, Portulacaceae 476.

42. Polycarpicae 477: Lauraceae 477; Berberidaceae, Menispermaceae 478; Myristicaceae 479; Anonaceae, Magnoliaceae, Calycanthaceae 480; Ranunculaceae 481; Nymphaeaceae 482.

43. Rhoeadinae (Cruciflorae) 483: Papaveraceae, Fumariaceae; Cruciferae 484; Capparidaceae 487.

44. Cistiflorae 487: Resedaceae, Violaceae, Droseraceae, Sarraceniaceae, Nepenthaceae, Cistaceae, Bixaceae, Hypericaceae, Elatinaceae, Tamaricaceae, Ternstroemiaceae, Clusiaceae, Dipterocarpeae.

45. Columniferae 491: Tiliaceae, Sterculiaceae (Buettneriaceae), Malvaceae (Bombaceae).

46. Gruinales 493: Geraniaceae, Tropaeolaceae, Oxalidaceae, Linaceae, Balsaminaceae.

47. Terebinthinae (Rutinae) 494: Zygophyllaceae, Rutaceae (Ruteae, Cusparieae, Diosmeae, Boronieae, Xanthoxyleae, Toddalieae, Amyrideae, Aurantieae) 495; Meliaceae (Cedrelaceae), Simarubaceae, Burseraceae 496; Anacardiaceae 497.

48. Aesculinae 497: Malpighiaceae, Erythroxylaceae, Sapindaceae (Hippocastaneae) 497; Aceraceae, Polygalaceae 498.

49. Frangulinae 499: Celastraceae, Staphyleaceae, Aquifoliaceae (Ilicineae), Vitaceae (Ampelideae), Rhamnaceae.

50. Tricoccae 501: Euphorbiaceae, Buxaceae, Empetraceae, Callitrichaceae.

51. Umbelliflorae 502: Cornaceae, Araliaceae, Umbelliferae.

52. Saxifraginae 508: Crassulaceae, Saxifragaceae (incl. Parnassieae, Philadelpheae, Ribesiaceae), Hamamelideae (Balsamifluae).

53. Opuntinae 510: Cactaceae.

54. Passiflorinae 511: Passifloraceae, Papayaceae, Begoniaceae.

55. Myrtiflorae 511: Onagraceae (Oenothereae), Halorrhagidaceae, Hippurideae, Rhizophoraceae, Lythraceae, Melastomaceae, Myrtaceae.

56. Thymelinae 514: Thymelaeaceae, Elaeagnaceae, Proteaceae.

57. Rosiflorae 515: Rosaceae (Pomeae, Roseae, Dryadeae, Poterieae, Spiraeeae, Quillajeae, Pruneae, Chrysobalaneae).

58. Leguminosae 518: Papilionaceae 518; Caesalpiniaceae 522; Mimosaceae 523;

59. Serpentariae 523: Aristolochiaceae 524.

60. Hysterophyta 525: Rafflesiaceae, Santalaceae, Loranthaceae, Balanophoraceae.

2. Sympetalae (Gamopetalae) 525.

61. Bicornes 525: Epacridaceae, Ericaceae, Vaccinieae, Rhodoraceae, Hypopityaceae (Monotropeae).

62. Primulinae 526: Primulaceae, Myrsinaceae, Plumbaginaceae.

63. Diospyrinae 528: Sapotaceae, Ebenaceae, Styraceae.

64. Contortae 528: Oleaceae, Jasmineae, Gentianaceae 529; Loganiaceae, Apocynaceae, Asclepiadaceae 530.

65. Tubiflorae 531: Convolvulaceae, Polemoniaceae, Hydrophyllaceae, Asperifoliaceae 532; Solanaceae 533.

66. Labiatiflorae 534: Labiatae 534; Scrophulariaceae 537; Lentibulariaceae, Gesneraceae (incl. Orobancheae), Bignoniaceae, Acanthaceae, Globulariaceae, Verbenaceae 539; Plantaginaceae 540.

67. Campanulinae 540: Campanulaceae, Lobeliaceae, Stylidiaceae, Cucurbitaceae.

68. Rubiinae 542: Rubiaceae; Caprifoliaceae 544.

69. Aggregatae 544: Valerianaceae; Dipsaceae, Compositae 545.

Erster Theil.

Allgemeine Morphologie und Physiologie.

I. Abschnitt.

Die äussere Gliederung der Pflanze.

(Allgemeine Morphologie.)

1. Glieder und Organe.

1. Wurzel, Stengel, Blatt und Blüthe einer Pflanze pflegen wir im täglichen Leben als Organe derselben zu bezeichnen, d. h. als Werkzeuge, von denen jedes bestimmte, für die Lebensvorgänge in der Pflanze wichtige Verrichtungen auszuführen hat. Die Art dieser Functionen und die Art und Weise, wie sich durch die Thätigkeit der betreffenden Organe die Lebensvorgänge in der Pflanze vollziehen, festzustellen, ist Gegenstand der Physiologie. Die Morphologie nimmt allein Rücksicht auf die gegenseitige Stellung der Theile, auf die Art und Weise ihrer Entstehung und ihres Wachsthums. Sie betrachtet deshalb die Organe nur als Glieder des Ganzen und sucht deren Entwickelung auf bestimmte Gesetze zurückzuführen.

2. Das Resultat solcher Untersuchungen ist, dass sich alle Glieder der höher entwickelten Gewächse den drei allgemeinen Begriffen: Wurzel, Stamm (Axe, Caulom) und Blatt (Phyllom) unterordnen lassen, die indessen auch auf die zwei Kategorien der Wurzel und des Sprosses (d. h. Axe sammt Blättern) reducirt werden können. Als Anhangsorgane, welche an jedem der genannten Glieder aufzutreten vermögen, sind noch die Haare (Trichome) zu nennen. Für die Unterscheidung der Glieder ist es gleichgültig, welche spätere Form und physiologische Bedeutung dieselben haben. Die Morphologie bezeichnet die Kartoffelknolle, die Ranke des Weinstockes, den Dorn der Schlehe, die blattartigen Zweige von Ruscus u. s. w. eben so gut als Stammgebilde, wie den Stamm eines Baumes oder den aufrechten, kriechenden oder windenden Stengel irgend welcher krautartigen Pflanze. Sie betrachtet freilich die letzteren Fälle als die normalen und spricht daher bei der Kartoffelknolle, den blattartigen Zweigen von Ruscus etc. von umgestalteten oder metamorphosirten Stämmen. Aus gleichen Gründen sind die Schuppen an den sogenannten Augen der Kartoffelknolle, ferner Kelch, Krone und Staubgefässe (in zahlreichen Fällen auch der Fruchtknoten) der Blüthe, wie die Schalen einer Zwiebel metamorphosirte Blätter.

3. Bei den Moosen fehlt bereits die echte Wurzel. Sie wird durch Haare vertreten, welche sie functionell ersetzen. Dagegen besitzt der Stamm der höher organisirten Formen noch Blätter von sehr einfachem Bau. Unter den niederen Moosen aus der Abtheilung der Lebermoose treffen wir schon auf Formen, bei denen das Stämmchen flach und laubartig verbreitert ist und die Blätter als wenig auffällige flügelartige Anhängsel auftreten (Blasia), um endlich bei anderen (Anthoceros) garnicht mehr zu erscheinen. Algen, Pilze und Flechten entwickeln wohl noch Haare, aber nicht mehr Blätter in dem bei anderen Pflanzen gebräuchlichen Sinne. Bei ihnen ist der ganze, einfache oder verzweigte Gewebekörper ein Thallus (Thallóm), d. h. Stamm, Blatt und Wurzel sind morphologisch nicht mehr zu unterscheiden, wenn auch bisweilen eine an die höheren Pflanzen erinnernde Gliederung eintritt (manche Fucaceen und Florideen) und selbst bei einzelligen Formen Verzweigungen der Zelle die Form von Wurzel, Stamm und Blättern nachahmen (Caulerpa).

4. Man unterscheidet nach diesen Gesichtspunkten meistens die Thallophyten (Lagerpflanzen, axenlose Pflanzen) von den Cormophyten (Axenpflanzen mit deutlich entwickelten Blättern). Wie die erwähnten Beispiele zeigen, ist jedoch eine scharfe Grenze zwischen diesen beiden Hauptabtheilungen des Pflanzenreiches nicht zu ziehen. Ebenso sind die Begriffe Stamm und Blatt nicht durch positive Eigenschaften beider Glieder, sondern nur durch ihr Verhältniss zu einander zu trennen: Blatt ist nur das Glied, welches in der in § 25 u. folg. angegebenen Weise seitlich an einer Axe entsteht, Axe nur ein solches Glied, welches Blätter trägt. Die Wurzel ist ausser durch andere Merkmale (§ 8) vorzüglich durch den Mangel der Blätter ausgezeichnet.

5. Alle Glieder einer Pflanze entspringen seitlich eines aus dem anderen. Eine Ausnahme macht nur die aus dem befruchteten Ei sich entwickelnde Axe einer Keimpflanze. Sonst erzeugen Stamm und Wurzel gleichartige Seitenäste, die ihrerseits sich wieder verzweigen können. Am Stamme entstehen aber als ungleichartige Glieder auch Wurzeln und Blätter und auch letztere sind häufig in sehr verschiedener Weise verzweigt.

Mit Rücksicht auf den Ort der Entstehung können die Zweige eines Gliedes aus oberflächlich gelegenen Geweben des letzteren ihren Ursprung nehmen: exogene Bildungen (die Zweige der allermeisten Stämme, die Blätter und Haare); oder sie entstehen in tieferen Gewebeschichten, von schwächeren oder mächtigeren Gewebemassen bedeckt, die sie erst durchbrechen müssen, um an die Oberfläche treten zu können: endogene Bildungen (fast sämmtliche Wurzelverzweigungen, manche Adventivknospen, gewisse Zweige bei verschiedenen beblätterten Lebermoosen. — Fig. 1 A, S. 5).

6. Als Basis bezeichnet man das organisch untere Ende eines Gliedes, durch welches es mit seinem Muttergliede in Verbindung steht; das entgegengesetzte freie, organisch obere Ende ist die Spitze oder der Scheitel, eine die Mittelpunkte beider verbindende Linie die Längsaxe. Der vorragende oder eingesenkte Scheitel zeigt gewöhnlich ein lange andauerndes Spitzenwachsthum (Scheitelwachsthum) in der Weise, dass das Wachsthum an einer Stelle meist geringen Umfanges (an dem die organische Mitte bil-

denden Vegetationspunkte) am lebhaftesten ist, um von hier aus rückwärts mit der Alterszunahme mehr oder weniger rasch abzunehmen (Wurzeln, Stämme, Blätter der Farnkräuter). Durch dieses Spitzenwachsthum wird das betreffende Glied nicht allein verlängert; es werden auch während desselben neue Glieder normal angelegt, wie die Blätter und Zweige einer Axe oder die Fiedern eines Farnblattes. Ausser dem Scheitelwachsthum ist aber immer noch ein intercalares Wachsthum vorhanden, durch welches die durch das Scheitelwachsthum erzeugten Theile sich vergrössern und weiter ausbilden. Durch dieses eingeschaltete Wachsthum findet z. B. die oft bedeutende Verlängerung der anfänglich sehr kurzen, durch die Ursprungsstellen der aufeinander folgenden Blätter begrenzten Internodien einer Axe statt, vergrössert sich das Blatt der meisten Pflanzen nach Einstellung seines basalen Wachsthums. Ist das intercalare Wachsthum in der Richtung der Längsaxe eines Gliedes bevorzugt, so vermittelt es im Vereine mit dem Scheitelwachsthum das Längenwachsthum des Pflanzentheiles; quer zur Längsachse bezeichnet man es als Dickenwachsthum (im weiteren Sinne), wenn es nach allen Radien hin gleichmässig oder nahezu gleichmässig erfolgt (wie bei den meisten Stengeln), als Flächenwachsthum (Breitenwachsthum), wenn es in einer die Längsaxe aufnehmenden Ebene rechts und links von ersterer am ergiebigsten ist, während senkrecht auf diese Ebene nur geringes Dickenwachsthum stattfindet (die meisten Blätter). — Gewöhnlich pflegt das intercalare Wachsthum anfangs sehr energisch zu sein; meistens erlischt es dann sehr bald und der betreffende Pflanzentheil nimmt an Volumen nicht weiter zu. Sehr lange andauerndes basales intercaleres Wachsthum zeigen die Stengelglieder der Gräser und Schachtelhalme (§ 18) und die langen Blätter der Irideen, Gräser und anderer Monocotyledonen.

7. Die gleichartigen Seitenglieder (z. B. die Blätter) entstehen unterhalb des fortwachsenden Endes des sie erzeugenden Gliedes gewöhnlich in acropetaler (basifugaler) Reihenfolge, d. h. das dem fortwachsenden Scheitel nächste Glied ist das jüngste, das Alter der unter einander stehenden Glieder nimmt mit der Entfernung vom Vegetationspunkte zu (siehe Fig. 2 auf S. 7). Stehen umgekehrt die jüngsten Glieder der länger fortwachsenden Basis näher, so ist die Entwickelung eine basipetale (Fiedern der Blätter von Myriophyllum; Sporangien an der Columella im Sorus der Hymenophyllaceen).

Treten an älteren Theilen eines Gliedes (aus bereits in den Dauerzustand übergegangenen Geweben) neue Glieder in unbestimmter Ordnung auf, so werden sie als Adventivbildungen bezeichnet. Ihre Reihenfolge ist also niemals eine acro- oder basipetale. Nach dem Orte ihrer Entstehung sind sie häufig endogenen Ursprunges, doch werden sie in anderen Fällen auch exogen angelegt (vgl. §§ 13, 24).

2. Die Wurzel.

8. Wurzeln treten nur bei Pflanzen auf, welche Fibrovasalstränge besitzen; sie fehlen von den Moosen an abwärts gerechnet sämmtlichen niederen Kryptogamen. Doch sind auf der anderen Seite auch einzelne Gefäss-

pflanzen wurzellos. Bei Psilotum (Lycopodiaceen) wird die Wurzel durch unterirdische Zweige des strauchartigen Stämmchens vertreten, welche rudimentäre, schüppchenartige Blätter entwickeln, keine Wurzelhaube besitzen und sich zu normalen Sprossen ausbilden, wenn sie über die Erde gelangen. Bei der zu den Rhizocarpeen gehörenden Gattung Salvinia vertritt ein metamorphosirtes, vielfach zerschlitztes Blatt functionell die Wurzel der schwimmenden Pflanze. Auch unter den Blüthenpflanzen kommen wurzellose Formen vor (Epipogon, Coralliorrhiza, Lemna arrhiza etc.).

Die Wurzeln unterscheiden sich von den Stämmen fast stets durch das Fehlen der Blätter, durch den endogenen Ursprung, durch die ihren Scheitel bedeckende Wurzelhaube und den Mangel des Chlorophylls. Ausnahmen hiervon finden sich indessen: exogen werden die Wurzeln der Neottia sowie der Adventivsprosse von Cardamine, ferner die erste Seitenwurzel des Embryo's von Ruppia angelegt; hie und da tritt Chlorophyll auf (Wurzeln vieler Podostemaceen und epiphytischer Gewächse), oder die Wurzelhaube fehlt (Keimwurzel von Cuscuta und Trapa, gewisse kurze Wurzelzweige der Rosskastanie), oder die Wurzelspitze bildet sich unter Abstossung der Wurzelhaube in eine beblätterte Knospe um (Neottia Nidus avis, Anthurium longifolium).

9. Die Wurzelhaube bedeckt als ein eigenthümliches Gewebe den Scheitel wenigstens jüngerer, noch im lebhaften Wachsthum begriffener Wurzeln, so dass der Vegetationspunkt derselben weiter rückwärts liegt (Fig. 1, B und C). Während der mit dem Wurzelscheitel gleichzeitig fortwachsenden Wurzelhaube von innen her stets neue Gewebeschichten zugefügt werden, werden ihre äusseren ältesten Lagen nach und nach abgestossen. Dieselben quellen bei im Boden oder Wasser befindlichen Wurzeln gallertartig und machen die Wurzelspitze schlüpferig; bei hoch über dem Boden aus dem Stamme entspringenden Luftwurzeln, die oft nicht in den Boden gelangen, pflegen sie dagegen bald zu vertrocknen und sich in dünneren oder dickeren Kappen abzublättern (Fig. 1, B und C).

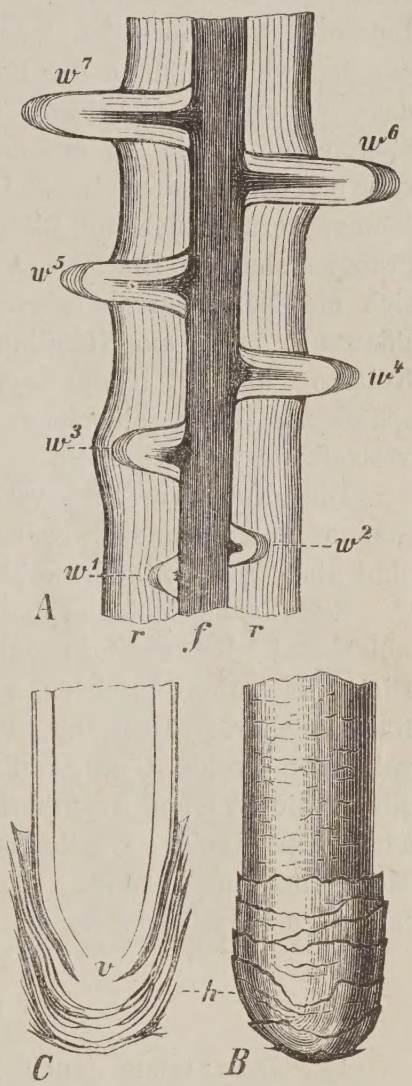
In vielen Fällen liegt die Wurzelhaube auch mit ihren älteren, weiter nach rückwärts reichenden Schichten oder Kappen der Wurzelspitze dicht an, in anderen aber hebt sie sich mit ihren innersten Kappen bald so von dem Wurzelende ab, dass sie nur mit dem Wurzelscheitel selbst in organischem Zusammenhange bleibt, sonst aber locker über die Wurzelspitze gestülpt erscheint, etwa wie ein Fingerhut über die Spitze des Fingers (Lemna — Pandanus; Fig 1, B und C).

10. In Folge des endogenen Ursprunges der Wurzelzweige stehen die Gewebe der letzteren nicht alle mit den entsprechenden Geweben der Mutterwurzel in Verbindung, wie dies bei den normalen Stammverzweigungen (§ 17) der Fall ist; nur Holzkörper und Mark (wo letzteres vorhanden) des Wurzelastes und der Mutterwurzel treten in unmittelbaren Zusammenhang, die Rinde nur theilweise, die Oberhaut garnicht.

Die junge Seitenwurzel wölbt zuerst die über ihr liegenden, oft sehr mächtigen Gewebe der Wurzelrinde empor, wobei die innerste Rindenzellenlage am längsten Widerstand leistet, die weiter aussen gelegenen bald zusammengepresst werden. So lange der Wurzellast noch tief im Innern der

Mutterwurzel steckt, ist der Ort der Wurzelanlage an dem unverletzten Mutterzweige mit unbewaffnetem Auge nicht sichtbar (Fig 1 A, w^1, w^2). Später wölbt sich mit dem Längenwachsthum des Wurzelzweiges auch das Rindengewebe als sichtbarer Höcker empor (Fig 1 A, w^3). Dieser wird endlich, wenn die Rinde keinen Widerstand mehr zu leisten vermag, von einem der Längsaxe der Wurzel parallelen Längsspalt durchbrochen und die junge Seitenwurzel tritt zu Tage (Fig. 1, A w^4).

Fig. 1.



11. Oberflächlich entsteht nur die Hauptwurzel am Embryo der Gefässkryptogamen und der meisten Phanerogamen. Zwar ist bei den letzteren die Spitze der Keimwurzel vielfach von einem Embryoträger bedeckt; dieser ist indessen strenge genommen nicht ein Glied des Keimlings, kann daher bezüglich einer etwaigen endogenen Entstehung der Keimwurzel ausser Acht gelassen werden. Eine Ausnahme unter den Blüthenpflanzen machen neben einigen anderen jedoch die Gräser. Bei diesen ist auch die Keimwurzel endogenen Ursprunges. Sie tritt im Inneren des embryonalen Gewebes auf, sackartig umgeben von einer oft mächtigen Gewebeschicht, die bei der Keimung durchbrochen wird und dann noch längere Zeit den oberen Theil der Wurzel wie eine Scheide (Wurzelscheide, Coleorrhiza) umhüllt.

12. Anatomische, später zu erläuternde Ursachen bedingen eine Anordnung der Wurzelzweige in Längsreihen. An jeder normal sich verzweigenden Wurzel, wie an jedem Wurzelaste, entstehen ferner die Seitenwurzeln nächst höherer Ordnung in acropetaler Reihenfolge. Bei Lycopodium, Isoëtes und Selaginella unter den Gefässkryptogamen ist die Verzweigung der Wurzeln nebenbei auch eine gabelige (§ 47). Wo bei Phanerogamen (z. B. Gymnospermen) eine Gabelung der Wurzel vorkommt, scheint diese meistens durch das Eindringen parasitischer Pilze in die Wurzel verursacht zu werden.

Fig. 1. A Schema für die Entwickelung der Wurzelverzweigungen im Längsschnitte durch den jüngeren Theil einer Wurzel. *f* Fibrovasalstrang. *r* Rinde. w^1—w^7 Wurzelzweige in der Reihenfolge ihres Alters, die drei jüngsten (w^1—w^3) noch vom Rindengewebe bedeckt. — B von der Wurzelhaube (*h*) bedeckte Spitze einer Luftwurzel von Pandanus odoratissimus in natürlicher Grösse und C eine solche im Längsschnitte, die abblätternden Kappen der Wurzelhaube zeigend; *v* Vegetationspunkt der Wurzelspitze.

Später können endlich — namentlich an den älteren Wurzeln der Dicotyledonen — Wurzeläste in unregelmässiger Anordnung, also als Adventivwurzeln, auftreten.

13. Bei den meisten Pflanzen werden früher oder später auch im Gewebe des Stammes an sehr verschiedenen Stellen Wurzeln als Nebenwurzeln entwickelt. Sie entspringen bei aufrechten Stengeln meistens nur an der Basis derselben, bei vielen kriechenden Stämmen (z. B. den Rhizomen des Adlerfarn) indessen auch schon nahe am Vegetationspunkte. Letzteres tritt auch bei manchen Baumfarnen (z. B. Dicksonia antarctica) ein, bei welchen dann die Entwickelung von Nebenwurzeln oft so stark ist, dass letztere die Oberfläche des Stammes wie mit einem dichten Geflechte überziehen. Viele der aus dem obersten Stammtheile entspringenden Wurzeln erreichen jedoch in solchen Fällen häufig den Erdboden nicht. Wurzeln können ferner auch auf Blättern entstehen; bei manchen Pflanzen mit gedrängt stehenden Blättern (Aspidium Filix mas, Nuphar luteum) entwickeln sich die Nebenwurzeln sogar ausschliesslich aus der Basis der Blattstiele. Pflanzen, deren am Keimling vorhandene Hauptwurzel sehr bald nach der Keimung abstirbt (Gefässkryptogamen, Monocotyledonen), bewurzeln sich später nur durch zahlreiche, namentlich aus den Knoten des Stengels hervortretende Nebenwurzeln.

Die Nebenwurzeln, vorzüglich die nahe dem Scheitel kriechender Stämme entstehenden, werden in manchen Fällen streng acropetal angelegt, sind aber grösstentheils wohl adventive Bildungen.

Auffallende Metamorphosen zeigen nur wenige Wurzeln. Diejenigen, welche als Reservestoffbehälter dienen und dann oft ein beträchtliches Dickenwachsthum erfahren, werden mehr oder minder knollenförmig (Möhre, Rübe, Sellerie, Georgine, Ranunculus Ficaria, die Arten der Orchideengattungen Orchis, Gymnadenia etc.). Zu Dornen umgewandelte Wurzeln besitzen die Palmen Acanthorhiza und Iriartea, ferner Myrmecodia (Rubiaceen); als Ranken functionirende Wurzeln sind bei der Vanille und einigen Melastomaceen bekannt. Sonst ist die Form der Wurzeln meistens die fadenförmig-cylindrische.

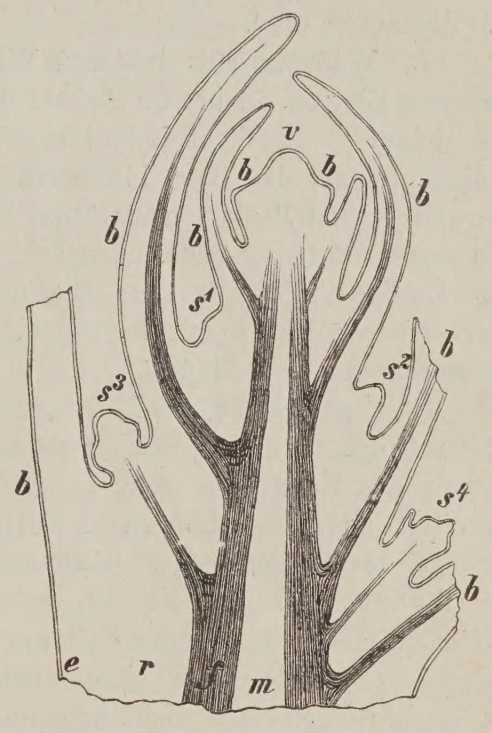
3. Der Stamm.

14. Der Stamm (auch der unterirdische) ist dadurch charakterisirt, dass er auf seinem Scheitel in der Regel nicht mit einem der Wurzelhaube entsprechenden Gewebe bedeckt ist, wohl aber unterhalb desselben Blätter als Anhangsorgane entwickelt. Ausnahmen bieten jedoch die Keimlinge einzelner Coniferen (Cephalotaxus Fortunei, Araucaria imbricata), deren Vegetationspunkt eine Kappe von Dauergewebe besitzt, ehe er Blätter erzeugt, — und als Beispiele blattloser Zweige seien die „Wurzelträger“ von Selaginella Martensii u. a. A., sowie die Büschelzweige des Spargels erwähnt. Das als Vegetationskegel bezeichnete Stammende wächst namentlich an den Hauptaxen fast unbegrenzt weiter, so lange keine Verletzung desselben eintritt oder nicht Fortpflanzungsorgane angelegt werden; es verlängert sich dadurch die Axe während jeder Vegetationsperiode. Aller-

dings giebt es auch Axen mit begrenztem, oft sehr bald erlöschendem Spitzenwachsthum, wie die nadeltragenden Kurztriebe der Kiefern und anderer Nadelhölzer und die sympodialen (§ 48) Zweige gewisser Laubbäume (Ulmen, Linde). Ist, wie dies gewöhnlich stattfindet, der Stammscheitel von den obersten rasch wachsenden Blättern überdeckt, so heisst derselbe die Endknospe des Stammes (vgl. § 19). Bei manchen kriechenden Stämmen (z. B. Pteris aquilina) verlängert sich jedoch das Stammende so bedeutend, ehe das jüngste Blatt an ihm auftritt, dass dieses weit hinter seinem Scheitel steht, letzterer also in diesem Sinne als nackt bezeichnet werden kann.

15. Wie an der wachsenden Wurzel, so entstehen auch an den meisten Stämmen gleichartige Seitenzweige verschiedener Ordnung, die ihrerseits wieder Blätter entwickeln. Unter „Spross“ versteht man jede Axe sammt den ansitzenden Blättern, unter „Sprosssystem“ eine ganze Gruppe in gesetzmässiger Weise auseinander hervorsprossender Axen (§ 47). Der Zweig selbst ist ein normaler Seitenzweig oder ein Adventivspross.

Fig. 2.



Die meisten normalen Verzweigungen des Stammes sind (im Gegensatze zu der bei den Wurzeln herrschenden Regel) exogenen Ursprunges. Eine scheinbare Ausnahme machen die Sprosse der Schachtelhalme, welche in der Achsel des jungen scheidenförmigen Blattes zwar oberflächlich angelegt aber von der rasch wachsenden und oberhalb des jungen Sprosses mit dem Stamme verschmelzenden Blattbasis derart überwallt werden, dass der Spross später wie ein Wurzelzweig die über ihm liegende Rinde und Epidermis am Grunde eines Scheidenblattes durchbrechen muss. Dagegen entstehen bei manchen beblätterten Lebermoosen gewisse Seitenzweige wirklich endogen.

16. Die Entstehung normaler Seitensprosse ist an die Blattstellung gebunden. Bei den Laubmoosen treten sie unter der Mittellinie eines Blattes, bei vielen Lebermoosen neben einem Blatte, bei den Mono- und Dicotyledonen in der Achsel eines Blattes auf, welches in Beziehung auf den Spross dessen Trag- oder Stützblatt genannt wird. In letzterem Falle steht der als Achsel- oder Axillarspross bezeichnete Zweig meist einzeln;

Fig. 2. Schematischer Längsschnitt durch den Stammscheitel einer Blüthenpflanze. *v* Vegetationskegel. *b* Blätter. s^1—s^4 Junge Seitensprosse, von denen die beiden untersten (ältesten) bereits wieder Blätter entwickeln. *m* Mark. *f* Fibrovasalbündel. *r* Rinde. *e* Epidermis.

seltener entwickeln sich in der Blattachsel mehrere Sprosse neben oder über einander (accessorische Knospen oder Beiknospen in den Zwiebeln mancher Liliaceen, in den Laubblattachseln von Aristolochia Sipho, Gleditschia, Lonicera u. s. w.).

In Bezug auf die Zeit der Entstehung des Seitensprosses mit Rücksicht auf das Tragblatt gilt als Regel, dass in den meisten Fällen der Axillarspross erst angelegt wird, wenn oberhalb eines rasch weiter wachsenden Tragblattes bereits eine Anzahl anderer Blätter entstanden ist. In anderen Fällen wird der Achselspross gleich nach dem Erscheinen des zugehörigen Blattes sichtbar, so dass über ihm keine jüngeren Blätter stehen (Blüthenstände von Orchis), oder beide entstehen gleichzeitig (Ribes), oder der Axillarspross entsteht früher, als sein späteres Stützblatt (Umbelliferen, Anthemis etc.), oder aber das letztere kommt überhaupt nicht mehr zur Entwickelung (viele Blüthenstände der Cruciferen, Umbelliferen, Compositen, Papilionaceen etc.).

17. Während des späteren Wachsthums der sich verzweigenden Axe und des Blattes, in dessen Achsel der Seitenzweig entstand, kann letzterer (besonders in Blüthenständen) sowohl ganz auf den Hauptzweig, als auch vollständig auf das Blatt hinüberrücken. In anderen Fällen verlängert sich die gemeinsame Basis von Blatt und Seitenzweig, so dass ersteres dem letzteren als erstes Blatt entsprossen zu sein scheint und ein Tragblatt an der Basis des Zweiges fehlt. In dem Blüthenstande der Linde verwächst das eine Vorblatt zur Hälfte mit dem Inflorescenzstiele und bildet an diesem den bekannten grossen Flügel.

Mit dem Gewebe des Mutterzweiges stehen die entsprechenden Gewebesysteme des normalen Seitenzweiges in stetem Zusammenhange: die Epidermis des Hauptastes geht in die seines Zweiges, die Rinde des ersteren in die Rinde des letzteren ohne Unterbrechung über und die Fibrovasalstränge des Seitenzweiges schliessen vollständig an die des Mutterzweiges an (Fig. 2). Begründet ist dies dadurch, dass der normal sich entwickelnde Seitenzweig schon zu einer Zeit am Hauptzweige unterhalb des Vegetationskegels des letzteren angelegt wird, wenn in dem Gewebe desselben die Differenzirungen noch nicht begonnen haben oder eben erst beginnen.

18. In den meisten Fällen ist die Blätter tragende Axe cylindrisch oder prismatisch (kantig) und dabei gewöhnlich gestreckt: die blatttragenden Knoten sind durch deutlich ausgebildete, meist längere Internodien von einander getrennt, deren Wachsthum intercalar so lange erfolgt, bis ihre Gewebe in Dauergewebe übergegangen sind. In der Regel ist dieses sehr bald der Fall; manchmal aber bleibt der untere Theil eines Internodiums noch lange entwickelungsfähig, während der obere Theil sein Wachsthum bereits eingestellt hat, so dass dann von unten her eine oft beträchtliche Längenzunahme erfolgt (Gräser, Schachtelhalme). In diesem Falle sind die mechanisch schwächeren Stellen des Internodiums durch stärkere Blattscheiden (Gräser) oder durch die scheidenförmigen Blätter selbst (Schachtelhalme) gestützt.

19. Bleiben die Internodien eines Sprosses kurz, so sind in Folge dessen die Blätter oft so dicht gestellt, dass eine freie Stammoberfläche

nicht vorhanden ist. Am fortwachsenden Scheitel ist dies fast immer, an den Seitensprossen oft für längere Zeit der Fall; die oberen (inneren) Blätter werden dabei von den unteren (äusseren) ganz oder theilweise verdeckt und der Spross oder Sprossgipfel erhält ein oft sehr verändertes Aussehen, besonders dann, wenn er gleichzeitig eigenthümlich umgestaltete Blätter trägt. Derartige metamorphosirte Sprosse sind die Knospen. Als End- oder Terminalknospen (§ 14) eines wachsenden Stammes oder Zweiges bezeichnet man sie während der Vegetationsperiode, wenn der Knospenzustand für das betreffende Axenstück kurz vorübergehend ist, wenn untere Internodien sich fortwährend durch intercalares Wachsthum strecken und ihre zugehörigen Blätter auseinander rücken lassen, während am Stammscheitel durch Entwickelung neuer (junger) Internodien und Blätter die Endknospe sich stetig verjüngt. Seitenknospen sind die Jugendzustände der unterhalb des fortwachsenden Axenscheitels auftretenden Zweige. Verharren dieselben längere Zeit in diesem Jugendzustande, indem sie sich nach einer Ruhezeit (Winter) erst in der folgenden Vegetationsperiode zum gewöhnlichen Spross verlängern, so heissen sie Winterknospen (oft schlechtweg Knospen, wie diejenigen unserer Holzpflanzen, Knospen ausdauernder Rhizome, Winterknospen der Wasserpflanzen, z. B. von Elodea — etc.). Gewöhnlich sind die untersten Blätter einer solchen Winterknospe Schuppen- oder Niederblätter (§ 31) von oft eigenthümlichem Charakter, der sie in den Stand setzt, die im Inneren folgenden Anlagen jugendlicher Laubblätter sammt dem Vegetationskegel wirksam gegen Kälte und Nässe zu schützen (so bei der Mehrzahl der Holzpflanzen). Neben derber, meist lederiger Beschaffenheit sind besonders Behaarung und Ausscheidung kleberiger Stoffe als derartige Schutzmittel der Knospen zu erwähnen.

20. Als besondere, nicht am Vegetationspunkte, sondern an älteren Pflanzentheilen auftretende Knospen sind die Adventivknospen (Adventivsprosse) zu erwähnen. Dieselben entstehen endogen vorzüglich in Stämmen (Linde, Weide, Pappel u. s. w.), zumal wenn diese ihrer Kronen beraubt (geköpft — Kopfausschlag) oder über der Wurzel abgehauen wurden (Stockausschlag). Aber auch in Wurzeln (Ophioglossum, Zitterpappel, Apfelbaum — Wurzelbrut) und in abgeschittenen und feuchtgehaltenen Blättern (bei Begonia z. B.) können sich Adventivknospen ausbilden (Blattstecklinge). In manchen Fällen sind jedoch die zu Zweigen sich entwickelnden scheinbaren Adventivknospen älterer Stämme unserer Bäume nur sogenannte „schlafende Knospen oder Augen", d. h. normal axillär angelegte Knospen, welche sich indessen nicht sofort zum Sprosse verlängerten, sondern beim Dickenwachsthum des Stammes von der Rinde desselben überwallt und eingeschlossen wurden. Solche Knospen kommen in Folge günstiger Verhältnisse oft noch sehr spät zur Entwickelung, z. B. dann, wenn durch Wegnahme des Sprossstückes über ihnen die gewöhnlichen Knospen entfernt werden.

21. Exogen entstehende Adventivknospen finden sich vielfach auf Blättern, auf denen sie bald über den Nerven der Spreitenfläche erscheinen (Asplenium bulbiferum, Cardamine pratensis), bald an der Basis (Atherurus ternatus) oder Spitze (Woodwardia radicans) oder am Rande derselben

Bryophyllum calycinum), bald auch an oder in der Nähe der Blattstielbasis (Aspidium Filix mas). Solche einer oft ergiebigen vegetativen Vermehrung dienende, daher wohl auch als Brutknospen bezeichnete Adventivknospen bewurzeln sich meist schon, während sie noch mit dem Mutterblatte in Verbindung stehen und lösen sich später als selbständige Pflänzchen ab oder werden durch Verwesung des Mutterblattes frei. Als Brutknospen bezeichnet man auch die zwiebelförmigen Axillarknospen am blühenden Sprosse von Lilium bulbiferum, in den Blüthenständen mancher Allium-Arten u. s. w.

22. Unter den metamorphosirten Sprossformen sind Zwiebeln solche, deren Internodien kurz sind und deren flache, fast scheibenförmige Axe im Verhältniss zu den meist dick-fleischigen und dichtgedrängten Niederblättern (Zwiebelschuppen) wenig entwickelt ist (Allium, Lilium, Fritillaria, Tulipa etc.).

Sprosse, deren Blätter sehr klein und schuppenförmig bleiben, während sie selbst als dicke fleischige Gebilde sich entwickeln, heissen Knollen (Kartoffel). Als blattartige Sprosse (Phyllocladien, Cladodien) dagegen werden solche bezeichnet, die sich flach und in der Form den gewöhnlichen Blättern ähnlich entwickeln (Ruscus, Mühlenbeckia, Xylophylla etc.), und als sehr chlorophyllreiche Organe die meist kümmerlich ausgebildeten, kleinen, oft häutigen Schuppenblätter dieser Pflanzen vertreten, in seltenen Fällen (wie z. B. die Büschelzweige des Spargels) selbst blattlos sind.

Schlingende oder windende Stengel nennt man die im Verhältniss zu ihrer Länge dünnen Axen, welche in der Regel normal ausgebildete Blätter tragen und sich um Stützen (z. B. andere Pflanzen) aufsteigend emporzuwinden vermögen (Convolvulus, Phaseolus, Humulus). Die Stammranken sind dagegen dünne, fadenförmige, höchstens mit kleinen Schuppenblättern besetzte Sprosse, welche sich um fremde Körper spiralig winden, wenn sie durch deren Berührung gereizt werden (Vitis, Ampelopsis, Passiflora). Vgl. den Abschnitt „Nutationsbewegungen".

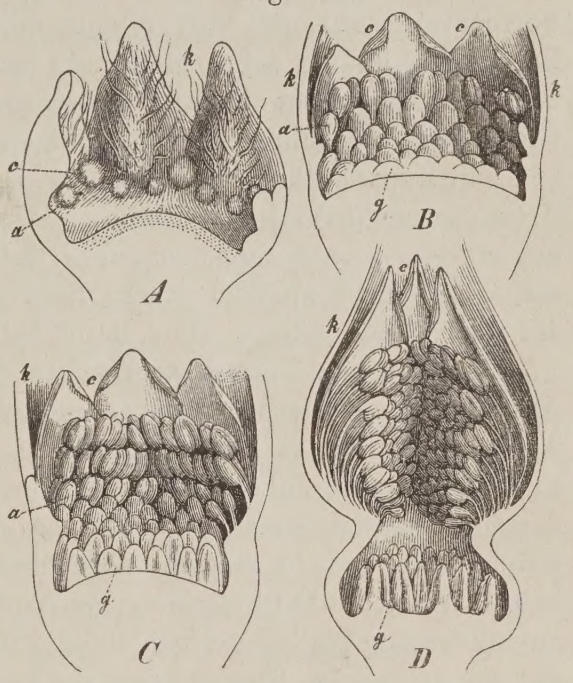
23. Bei den Dornen spitzt sich der erhärtende Zweig scharf zu, wobei entweder von Anfang an die Laubblätter in der Entwickelung unterdrückt (Gleditschia ferox) oder dieselben erst später abgeworfen werden (Prunus spinosa). — Unterirdisch und dann oft horizontal wachsende ausdauernde Axen, welche in jeder Vegetationsperiode beblätterte Zweige oder auch nur Blätter über die Erde senden, während sie selbst sammt ihren unterirdischen Verzweigungen nur mit schuppigen Niederblättern besetzt sind, heissen Rhizome (Pteris aquilina, Iris, Convallaria etc.). Dagegen werden dünne, mit Schuppenblättern versehene Seitensprosse einer Axe, welche horizontal auf oder unter der Erde hinwachsen, um sich in oft bedeutender Entfernung von der Mutteraxe zu bewurzeln und einen neuen Laubspross (Tochterpflanze) zu erzeugen, als Ausläufer oder Stolonen bezeichnet (Erdbeere).

24. Auch die Blüthe ist ein metamorphosirter beblätterter Spross, der in der verschiedenartigsten Weise ausgebildet sein kann und im unentwickelten Zustande ebenfalls als Knospe (§ 19) bezeichnet wird. Hier ist die Axe meist sehr verkürzt und die Internodien zwischen den verschiedenen Blattkreisen sind kaum sichtbar. Häufig ist auch das blüthentragende

Axenstück metamorphosirt. Bei den Compositen verbreitert es sich zu dem kegel-, scheiben- oder gar napfförmigen Blüthenboden, auf dem sich die zahlreichen Blüthen des Köpfchens entwickeln. Bei der Bildung der fälschlich als Frucht bezeichneten Feige wird der anfänglich fast scheibenförmige Scheitel des Sprosses von einer sich in Folge rascheren Wachsthums an seinem Rande als Ringwulst erhebenden Gewebezone so überwallt, dass diese endlich urnenartig mit enger Oeffnung zusammenschliesst. Am Rande dieser Oeffnung sitzen dann die kleinen schuppenförmigen Blätter; auf der Innenfläche der Urne kommen die zahlreichen kleinen Blüthen zur Entwickelung. Die krugförmige, bei ihrer Reife als „Hagebutte“ bekannte Bildung der Rosenblüthe ist ebenfalls das hohl gewordene Axenende, das sich nach Anlage der fünf Kelchblätter in ähnlicher Weise wie bei der Feige erhebt und Kelch, Blumenkrone und Staubgefässe an seinem Rande mit emporträgt, während die zahlreichen Fruchtknoten im Grunde der Höhlung stehen bleiben (Fig. 3 und deren Erklärung).

Aehnliche Vorgänge finden bei der Bildung unterständiger Fruchtknoten (z. B. bei den Compositen) statt, die gelegentlich der Blüthenentwickelung der Angiospermen (siehe dort) besprochen werden sollen.

Fig. 3.



4. Die Blätter.

25. Die Blätter (vgl. § 4) entstehen unterhalb des wachsenden Stammscheitels als seitliche Auswüchse in acropetaler Reihenfolge, entweder einzeln, oder zwei oder mehr in gleicher Höhe (im Quirl — § 35): letzteres ist besonders häufig bei Blüthen der Fall. Die Blätter sind ferner immer exogene Bildungen, treten daher auch nur aus den jugendlichen Geweben des Stammscheitels hervor, niemals adventiv an alten Stammregionen, welche ihre Gewebe bereits differenzirt haben. Nur in gewissen Blüthen (z. B. Rosa) werden jüngere Blätter zwischen bereits vorhandene ältere Blätter

Fig. 3. Blüthenentwickelung von Rosa alpina (nach Payer, vergrössert und alle Blüthen halbirt). A Blüthe nach Anlage der ersten Staubgefässe *a*; die Blumenblätter *c* sind noch sehr kleine Höcker, der Kelch *k* ist schon kräftig entwickelt, die Axe selbst noch wenig vertieft, — B. Blüthe nach Anlage der ersten Pistille *g*; Blumenblätter und Staubgefässe sind weiter entwickelt, die Kelchblattspitzen weggeschnitten. — C und D ältere Blüthen, welche die weitere Ausbildung der Organe und die stärkere Vertiefung der Blüthenaxe zeigen.

eingeschaltet (interponirt — § 40), wenn das Scheitelwachsthum des Blüthensprosses aufhört, aber in einer Querzone jugendlichen Gewebes dicht unterhalb des Scheitels das Wachsthum noch einige Zeit fortdauert. Bei den gewöhnlichen beblätterten Sprossen der Gefässpflanzen kommen derartige Fälle nicht vor.

26. Bei der Mehrzahl der Pflanzen erlischt das anfängliche Scheitelwachsthum des Blattes meist sehr bald. Das Blatt wächst dann nur an seiner Basis fort, um so länger, je früher seine an der Spitze gelegenen Gewebe in den Dauerzustand übergehen (Gräser, Liliaceen etc.). Wo indessen ein länger andauerndes Spitzenwachsthum vorherrscht, hört das intercalare Wachsthum an der Basis bald auf. Einen solchen bemerkenswerthen Ausnahmefall mit reinem Spitzenwachsthum machen die Farne. Bei diesen ist die schneckenförmig nach vorne eingerollte Blattspitze bei manchen Gattungen nahezu unbegrenzt entwickelungsfähig (Nephrolepis, Gleichenia, Lygodium, manche Hymenophyllaceen), das Spitzenwachsthum bei gewissen Gattungen (Gleichenia, Lygodium, gewisse Hymenophyllum-Arten) sogar periodisch unterbrochen und im letzteren Falle machen sich die einzelnen, auf mehrere Jahre sich vertheilenden Vegetationsperioden manchmal durch ungleich starke Entwickelung der Verzweigungen (Fiedern des Blattes) bemerkbar, wie z. B. oft bei Nephrolepis und Hymenophyllaceen.

Bei manchen Farnen gebrauchen ferner die Blätter zu ihrer völligen Ausbildung, ehe sie aus dem Knospenzustand treten, mehrere Jahre. Beim Adlerfarn wird das Blatt zwei Jahre vor seiner Entfaltung angelegt: zu Ende des ersten Jahres ist nur ein sehr kurzer Blattstiel vorhanden, an dessen Spitze im Sommer des zweiten Jahres die winzige Spreite erscheint, welche sich erst im dritten Jahre über der Erde entfaltet. Aehnlich verhält sich die Blattentwickelung bei Aspidium Filix mas, und bei Botrychium gebraucht ein Blatt zu seiner völligen Entfaltung vier Jahre, von denen es die ersten drei im Knospenzustande unter dem Boden zubringt.

27. Da die Blätter an einer Region des Scheitels angelegt werden, in welcher noch keine Gewebedifferenzirung stattfindet, so stehen auch die Gewebe derselben mit den gleichnamigen Geweben des Stammes in unmittelbarem Zusammenhange. Die Oberhaut des letzteren geht ohne Unterbrechung in diejenige des Blattes über, die Rinde des Stammes schliesst an das derselben entsprechende Grundgewebe des Blattes (das Mesophyll) an und die als Nerven bezeichneten Gefässbündel des Blattes stehen mit den gleichnamigen Geweben des Sprosses in Verbindung. Es ist daher zwischen Blattbasis und Axe anatomisch keine Grenze zu ziehen. Aus Bequemlichkeitsrücksichten nimmt man jedoch (auch für die normalen Seitensprosse) eine solche Grenze an, indem man sich die Oberfläche des Muttersprosses durch die Basis des Blattes fortgesetzt denkt und den Durchschnitt als Insertionsfläche bezeichnet.

28. Da die Blätter in den meisten Fällen rasch nach einander angelegt werden und auch rascher in die Länge wachsen, als der sie entwickelnde Zweig — da ferner ihre Unterseite (Rückseite) anfänglich stärker wächst als die Oberfläche (Innenseite), so legen sie sich bald über den Stammscheitel fort und bilden mit diesem die Endknospe (§ 19), deren

Blätter sich erst später nach der Reihenfolge ihres Alters von unten nach oben auseinanderschlagen. In diesem Falle, noch mehr aber bei Knospen, welche längere Zeit geschlossen bleiben (Laub- und Blüthenknospen), kann die gegenseitige Lage der Blätter der Knospe (Knospendeckung), sowie die durch Faltung und Einrollung bedingte Form des mehr oder weniger auch bereits in der engen Knospe in die Breite wachsenden einzelnen Blattes (seine Knospenlage), eine sehr verschiedene sein. Derartige für manche Gattungen oft charakteristische Knospendeckungen und Knospenlagen werden in der Systematik häufig als wichtige Unterscheidungsmerkmale benutzt.

29. Der zur Zeit seiner Anlage bei allen Blattformen der Gefässpflanzen nahezu gleichgestaltete Blatthöcker nimmt während seiner weiteren Entwickelung die verschiedensten Formen an, welche die fast unendliche Mannigfaltigkeit der Blattgebilde bedingen. Immer ist dabei die Gestalt des Blattes eine andere, als die des zugehörigen Sprosses, auch in den Fällen, in welchen letzterer die Form gewisser Laubblätter nachahmt (§ 22). — Gewöhnlich bleibt ein unterer Theil des Blattes schmal (der cylindrische oder prismatische Blattstiel), während die obere Region (die Blattspreite) sich flach ausbreitet. In anderen Fällen ist das Blatt ohne Stiel mit breiter aber flacher Basis dem Stamme angeheftet, oder diese umgreift letzteren theilweise oder in seinem ganzen Umfange mit einer Scheide, wie dieselbe auch beim Blattstiele häufig vorkommt. Bei Equisetum ist das Blatt selbst in Form einer geschlossenen, am Rande gezähnten Scheide entwickelt. Die Spreite der Blätter bleibt bald einfach, bald verzweigt sie sich mehr oder weniger vollständig, letzteres bei verschieden gebuchteten und gelappten, ersteres bei gefiederten, fiederschnittigen, gefingerten Blättern u. s. w. Die Blattzweige können sich wieder verzweigen (z. B. bei doppeltgefiederten Blättern). Die Verzweigungen des Blattes werden meistens acropetal angelegt; selten entstehen sie basipetal, wie bei den kammförmig fiederschnittigen Blättern von Myriophyllum. Die Zweigsysteme entsprechen dabei denjenigen der Stämme (§§ 48, 49).

30. Als besondere Blattformationen werden an der Pflanze gewöhnlich die Laubblätter, Niederblätter, Hochblätter und die verschiedenen Blattkreise der Blüthe unterscheiden.

Die Laubblätter sind die schlechthin als Blätter bezeichneten grösseren, vielfacher gegliederten, durch reicheren Chlorophyllgehalt, complicirtere Gewebebildung und meist längere Lebensdauer ausgezeichneten Blattorgane der Axe, die gewöhnlich um so zahlreicher sind, je weniger ihre Spreite sich in die Fläche ausdehnt.

Nebenbätter sind die untersten, meist paarweise vorhandenen Seitenzweige des Blattes an dessen Insertion. Sie wachsen anfänglich viel rascher als das Hauptblatt, decken daher das Blatt in der Knospe in sehr verschiedener Weise.

31. Nieder- oder Schuppenblätter unterscheiden sich von den Laubblättern durch ihre meist sehr bedeutend geringere Flächentwickelung, durch das stete Fehlen des Blattstieles und der Verzweigung der Spreite, den meist einfacheren Bau und geringeren Chlorophyllgehalt oder

vollständiges Fehlen des Chlorophylls. Sie kommen an unterirdischen Axen (Rhizomen, Knollen) vor und gehen als Knospenschuppen an den Winterknospen unserer Holzpflanzen den gewöhnlichen Laubblättern vorauf, finden sich oft auch in der untern Region des Stengels des Keimpflanzen oder an den Zweiganfängen ein, werden sehr häufig bald abgeworfen, sind übrigens bei manchen Pflanzen durch Uebergangsformen mit den Laubblättern verbunden. Oft wechseln sie sogar mit Laubblättern regelmässig ab (Cycas) und in anderen Fällen sind sie wieder die einzigen Blattorgane des Stengels (Humusbewohner und Parasiten, wie Neottia, Epipogon, Coralliorrhiza, Orobanche, Monotropa, Cuscuta etc.). Die Keimblätter oder Cotyledonen der Samenpflanzen können als die ersten, eigenthümlich gestalteten Niederblätter der Pflanze bezeichnet werden.

Die Hochblätter, welche den Laubblättern folgend gewöhnlich in der Blüthenregion des Stengels als Trag-, Stütz-, Deckblätter oder Bracteen der Inflorescenzzweige oder an diesen selbst als Vorblätter auftreten, ähneln in Form, Grösse u. s. w. meistens den Niederblättern. Häufig sind sie indessen durch eigenthümliche Färbung (blau bei Melampyrum nemorosum, grünlichweiss bei manchen Formen derselben Art, roth bei Melampyrum arvense etc.), sowie durch besondere Form ausgezeichnet.

32. Als weitere Blattformationen sind Kelch, Blumenblätter, Staubgefässe und Fruchtblätter der Blüthe zu bezeichnen, welche bei der Besprechung der Blüthenentwickelung (siehe die Angiospermen) berücksichtigt werden sollen. Manche Blüthenblätter zeichnen sich dadurch aus, dass bei ihnen das intercalare Wachsthum an einer Stelle lange fortdauert, um von hier aus radienförmig abzunehmen. Es bilden sich dann sack- oder spornartige Ausstülpungen, wie in den Blüthen von Viola, Linaria, Aquilegia, Delphinium, Impatiens etc.

Blattranken nennt man fadenförmige Blätter oder Theile eines Blattes, welche sich wie die Stammranken um andere Körper schlingen und so als Kletterorgane dienen können (Erbse, Wicke u. s. w.). Blattdornen heissen dagegen zu harten, verholzten, stechenden Körpern umgebildete Nebenblätter (Robinia, Acacia-Arten, Xanthium etc.) oder ganze Blätter (bei Berberis an den Hauptzweigen) oder Blattmittelrippen (traganthliefernde Astragalus-Arten). Die meisten Cacteen bilden ihre sämmtlichen Blätter in Stacheln um.

Der häutige Auswuchs (Blatthäutchen, ligula) an der Grenze zwischen Spreite und Scheide auf der Oberseite vieler Grasblätter, die ähnlichen Gebilde der Blattbasis von Selaginella und Isoëtes, der Blumenblätter vieler Sileneen, die sogenannte Nebenkrone von Narcissus etc. werden als Ligulargebilde bezeichnet.

5. Die Trichome.

33. Als Haare oder Trichome im engeren Sinne des Wortes bezeichnet man alle aus der Oberhaut (Epidermis) ihren Ursprung nehmenden Auswüchse der Blätter, des Stammes und der Wurzel, mögen sie eine noch so verschiedene Form und physiologische Bedeutung für die Pflanze haben. Bau und Ent-

wickelungsgeschichte derselben sind in §§ 138 und 139 specieller beschrieben und abgebildet worden.

In anderen Fällen ist das Haar seiner Anlage nach zwar Epidermisbildung, allein es betheiligt sich später an dessen Aufbau auch das unterliegende Gewebe (Stacheln des Kürbis) und endlich geht auch die Anlage haarartiger Organe von letzterem oft allein aus (Stacheln von Ribes grossularia und Rosa pimpinellifolia). Derartige Bildungen, welche nicht mit Umwandlungen gewisser Glieder, etwa mit Dornen verwechselt werden dürfen, werden gewöhnlich als Emergenzen von den eigentlichen Haaren unterschieden. Sie lassen gleichzeitig erkennen, dass genaue Grenzen auch hier, wie bei anderen Gliedern der Pflanze, nicht immer zu ziehen sind; trotzdem ist für die Feststellung scharfer Begriffe eine Unterscheidung derselben wie in anderen Fällen geboten.

34. Die Haare (und Emergenzen) können auf allen Theilen der Pflanze angelegt werden, so lange deren Oberhaut noch entwickelungsfähig ist. Sie entstehen gewöhnlich später als die jüngsten Blätter, bei Utricularia jedoch schon am Vegetationskegel oberhalb der jüngsten Blattanlagen. Bisweilen lassen sie eine bestimmte Anordnung wie bei den Blättern erkennen, wenn sie an noch im lebhaften Wachsthume begriffenen Organen auftreten (Spreuschuppen an den Stämmen mancher Farne); in den meisten Fällen sind sie dagegen unregelmässig gestellt.

6. Stellungsverhältnisse der Glieder.

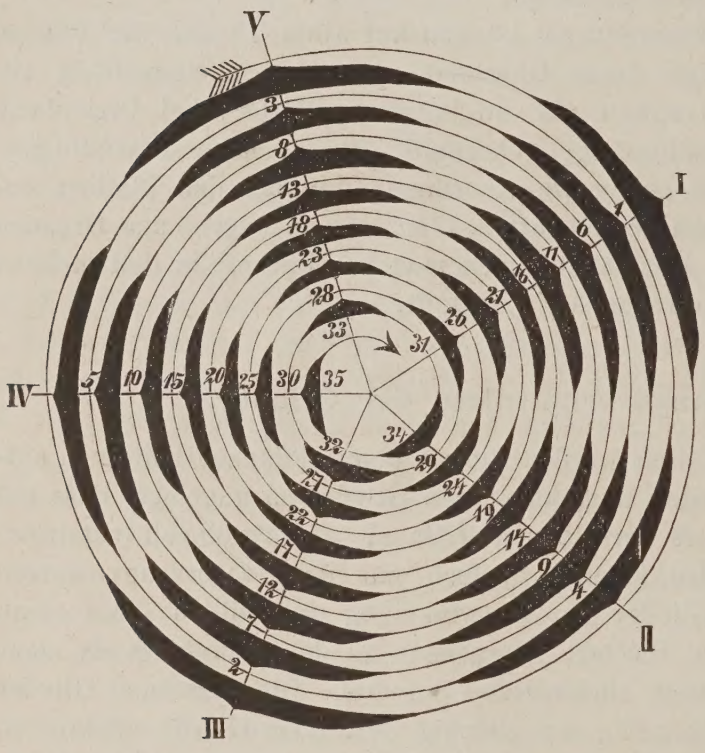
35. In den meisten Fällen werden die an einem Pflanzentheile neu entstehenden gleichartigen oder ungleichartigen Glieder so angelegt, dass auf einer Querzone je nur eines derselben auftritt, sie also vereinzelt (zerstreut) stehen. In anderen Fällen kommen jedoch auf jeder Querzone mehrere unter sich gleichartige Glieder zur Entwickelung und bilden dann einen Quirl oder Wirtel (viele Blätter, Wurzeläste an den Hauptwurzeln mancher Phanerogamen, seltener oberirdische Sprosse). Die einzelnen Glieder des Wirtels sind dann entweder zu gleicher Zeit (simultan) entstanden, oder sie wurden nach einander (succedan) angelegt; ersteres ist bei den Blumenblättern und Staubgefässen vieler Blüthen (z. B. Cruciferen), letzteres bei den gleichen Organen anderer Blüthen und bei den Gliedern der Salviniaceen und Characeen der Fall. Stehen ferner die Glieder eines Wirtels an Querzonen der Axe, die erst aus der Verschiebung ungleichalteriger und verschieden hoch liegender Gewebe entstanden sind, so heissen sie unechte Quirle, wie diejenigen der Schachtelhalme; ist dagegen z. B. die Querzone der Axe schon ursprünglich eine einheitlich angelegte, so ist der Quirl ein echter (Wirtel der Characeen).

36. Sind die Glieder zweier aufeinander folgender Quirle so gestellt, dass je ein Glied des einen Wirtels in die Mitte zwischen zwei Glieder des nächst oberen oder unteren fällt, so sind die Quirle alternirend. Liegen dagegen die Gliedinsertionen des einen Quirles genau über denjenigen des nächst unteren, so bezeichnet man die Wirtel als superponirt. Zweigliederige Quirle (deren Glieder also opponirte sind) heissen decussirt,

wenn sie alterniren (Blätter der Labiaten, der meisten Scrophularineen); die Medianen, d. h. die Ebenen, welche die Glieder und deren Insertionsfläche symmetrisch halbiren und die Wachsthumsaxe derselben wie der Axe enthalten, schneiden hier einander unter rechten Winkeln.

Sämmtliche genau über einander stehenden Glieder der Axe, deren Medianen also zusammenfallen, bilden eine gerade Reihe oder Orthostiche. Bei den Labiaten wären demnach zwei Orthostichen am Stengel vorhanden, bei superponirten drei- und mehrgliederigen Quirlen so viele, als Glieder im Quirl, bei alternirenden Wirteln dagegen doppelt so viele Orthostichen. — Lassen sich keine Orthostichen am Stengelumfange construiren, so sind die Glieder ausweichend angeordnet.

Fig. 4.



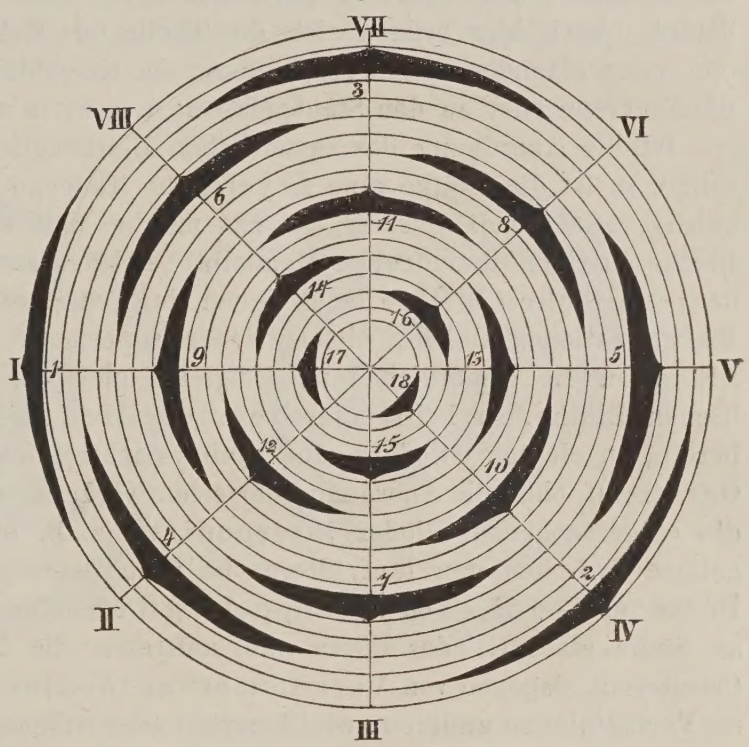
Auch die gegenseitige Stellung einzeln auf einer Querzone des Sprosses stehender Glieder richtet sich gewöhnlich nach besimmten Regeln. Da die Verhältnisse in der Anordnung der Blätter recht auffällig hervortreten, sollen sie an der Blattstellung erläutert werden. Dieselben Regeln gelten aber auch für die Stellung der Seitenzweige am Sprosse, was schon aus den Beziehungen der letzteren zu den Blättern hervorgeht (§ 16), und ebenso lassen sich alle diese und auch die bereits in §§ 35 und 36 erwähnten Stellungsverhältnisse in zahlreichen Fällen auf die Thalluszweige einer Alge oder eines Pilzfadens übertragen.

38. Bezeichnet man an einer Axe mit zerstreut stehenden Blättern ein beliebiges Blatt mit 1 und geht von diesem auf dem kürzesten Wege zum nächst höheren (jüngeren) Blatte, welches als 2 bezeichnet wird, so beschreibt man am Stengelumfange ein Stück einer Spirallinie. In der ein solches Beispiel veranschaulichenden Fig. 4 beträgt dieses Stück $^2/_5$ eines Kreises oder 144°. Diese Entfernung wird die Divergenz der beiden Blätter 1 und 2 genannt. Vom Blatte 2 bis zum Blatte 3 wird dieselbe

Fig. 4. Diagramm eines Zweiges, dessen Blätter nach der constanten Divergenz $^2/_5$ gestellt sind. Die Spitze des die sogenannte genetische Spirale darstellenden Pfeiles ist der Zweigspitze zugewendet, das Blatt 35 daher das jüngste Blatt des Sprosses. Die Zahlen I—V geben die Orthostichen an.

wieder $^2/_5$ betragen, von 3—4, 4—5, 5—6 u. s. w. ebenso jedesmal 144°: die Divergenz je zweier Blätter ist hier also constant. Es steht aber ferner das 6. Blatt genau über dem ersten Blatte, mit diesem also in derselben Orthostiche (I in Fig. 4). Um zu ihm zu gelangen, muss man von 1 aus zweimal den Weg um die Axe beschreiben und auf diesem berührt man, das Blatt 1 mitgerechnet, 5 Blätter bis wieder zu derselben Orthostiche (I in Fig. 4). Die Zahl der so durchlaufenen Spiralwindungen macht man nun zum Zähler, die Zahl der berührten Blätter zum Nenner eines Bruches, der in unserem Beispiele $^2/_5$ ist und durch welchen hier kurz die Blattstellung ausgedrückt wird. Dabei ergiebt sich weiter, dass bis zum 11., genau über den Blättern 1 und 6 stehenden Blatte wieder über die Insertionen von 5 Blättern zwei Spiralwindungen durchlaufen werden und ebenso in der weiteren Höhe der Axe, dass also die Blätter 1, 6, 11, 16, 21, 26, 31 u. s. w. eine Orthostiche (I in Fig. 4) bilden, dass 5 Orthostichen überhaupt in diesem Falle vorhanden sind (I—V in Fig. 4). Es zeigt sich dabei ferner, dass die gedachte Spirale die Blätter gleichzeitig in der Reihenfolge ihrer Entstehung oder ihres Alters berührt, also als die genetische Spirale oder Grundspirale bezeichnet werden kann, in der je 5 Blätter einen Cyclus bilden. Würde man in der Fig. 4 den entgegengesetzten Weg verfolgen, vom Blatte 1 über die Orthostichen V und IV nach dem Blatte 2, von dort über die Orthostichen II und I zum Blatte 3, so hätte man jedesmal $^3/_5$ eines Kreisumfanges, also einen längeren Weg zurückzulegen. Als Regel gilt aber, dass bei Bestimmung der Stellung der Glieder überhaupt stets der kürzere Weg eingeschlagen wird.

Fig. 5.



39. Werden diese Stellungsverhältnisse in eine in eine Ebene gelegte Spirallinie so eingetragen wie in Fig. 4, dass also die ältesten unteren Blätter die äusseren, die jüngsten oberen Blätter die inneren Windungen einnehmen, so erhält man das Diagramm der betreffenden Blattstellung. Gewöhnlich

Fig. 5. Diagramm eines Zweiges mit $^3/_8$-Stellung der Blätter. Die Radien I—VIII sind die Orthostichen des Sprosses.

construirt man indessen nicht die Spirale, sondern concentrische Kreise, von denen der äussere Kreis dem unteren (ältesten), der innere dem obersten (jüngsten) Blatte entspricht und je ein Kreis nur ein Blatt auf der betreffenden Orthostiche aufnimmt. In der diesen Fall darstellenden Fig. 5 ist zugleich die $^3/_8$-Stellung der Blätter veranschaulicht, welche nach den an Fig. 4 gegebenen Erläuterungen leicht verständlich ist.

Bei sehr dicht gestellten Gliedern und zugleich zahlreichen Orthostichen (z. B. den Schuppen der Tannenzapfen) ist die sogenannte genetische Spirale schwierig zu verfolgen. Dagegen treten dem Beobachter andere Spiralen in auffälliger Weise entgegen, die als Parastichen bezeichnet werden.

40. Dass die Glieder einer Blüthe als Blattformationen gleich denen des beblätterten Stengels zu betrachten sind, wurde bereits im § 32 angedeutet. Auch hier ordnen sich die Theile des Kelches, der Blumenkrone etc. unter einander, sowie die Stellung der Kelchblätter zu den Blättern der Blumenkrone oder zu den Staubgefässen u. s. w. in meist bestimmter Weise.

Ist die Anordnung der sämmtlichen Blüthenglieder eine durchweg spiralige, so ist die Blüthe eine acyclische (Calycanthus); ist sie zum Theil quirlig, zum Theil spiralig, so hat man es mit einer hemicyclischen Blüthe zu thun (Ranunculus, Magnolia). Bei den am häufigsten vorkommenden cyclischen Blüthen (z. B. denen der Cruciferen, Fig. 6 A) bilden alle Blattformationen Quirle, die entweder superponirt oder alternirend sind. Alterniren die sämmtlichen und zugleich gleichzähligen Quirle einer cyclischen Blüthe, so heisst dieselbe eucyclisch (Lilium). Treten zwischen bereits angelegten Gliedern eines Quirls nachträglich noch neue gleichartige Glieder auf, ohne die Anordnung der schon vorhandenen zu stören, so heissen die eingeschobenen Glieder interponirte (z. B. die fünf jüngeren Staubgefässe zwischen den fünf älteren im zehngliederigen Staubblattquirle von Dictamnus — § 25). Von Verdoppelung (Dédoublement) spricht man, wenn an Stelle eines Gliedes deren zwei auftreten (die langen Staubgefässe der Cruciferen), dagegen von Verkümmerung (Abortus), wenn einzelne Glieder im Verhältniss zu anderen unvollkommen oder rudimentär entwickelt werden, von Fehlschlagen (Ablast), wenn Glieder eines Wirtels gar nicht zur Ausbildung gelangen. Verkümmerung und völliges Fehlschlagen gehen allmählich in einander über.

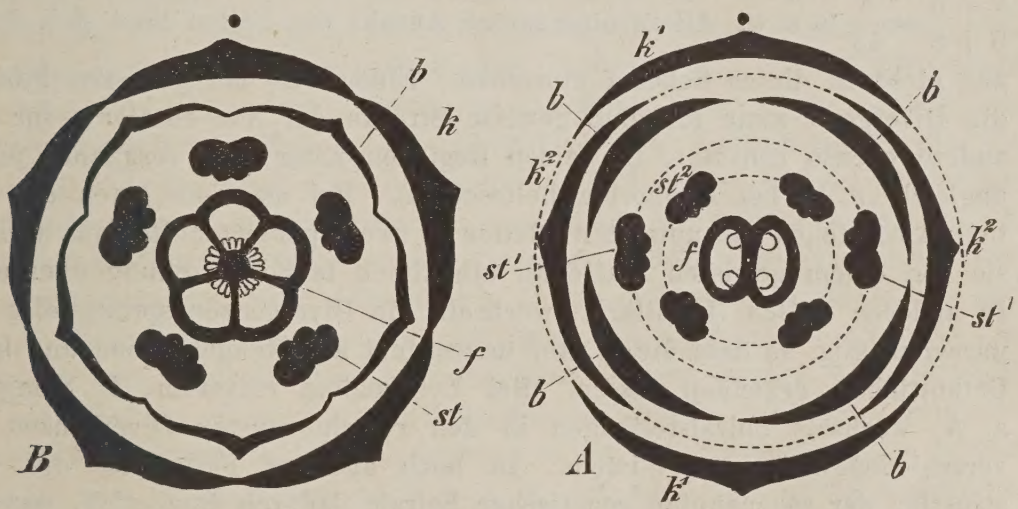
41. Wie bei anderen Gliedern, so wird auch in allen diesen Fällen die gegenseitige Stellung der Blüthentheile durch ein Diagramm ausgedrückt, in dem der äusserste Kreis dem Kelche, resp. Theilen desselben, der innerste den Fruchtblättern entspricht, ohne Unterschied, ob letztere einen ober- oder unterständigen Fruchtknoten bilden. Trägt man in ein solches Diagramm die Glieder so ein, wie sie sich wirklich in der Blüthe finden, so ist dasselbe ein empirisches Diagramm; dagegen wird es ein theoretisches, wenn auch völlig fehlgeschlagene Glieder, die sich aus der Entwickelungsgeschichte oder Vergleichung mit den Blüthen verwandter Pflanzen ergeben, durch besondere Zeichen (gewöhnlich Punkte) angedeutet sind. Am leichtesten construirt man sich das Diagramm nach Querschnitten einer Knospe.

42. Ferner berücksichtigt man die Stellung der einzelnen Blüthen-

glieder zur Axe des Muttersprosses, deren Lage ausserhalb des Diagrammes durch einen Punkt oder Kreis angegeben wird (Fig. 6). Eine Ebene, welche durch die Axe des Muttersprosses und die Blüthenaxe gleichzeitig gelegt gedacht wird, ist die Medianebene und die in sie fallenden Glieder der Blüthe sind median, die zu ihr rechtwinkelig liegenden lateral, die zwischen beide fallenden diagonal gestellt. Die der Mutteraxe zugekehrte Seite der Blüthe heisst die hintere, die derselben abgekehrte die vordere der Blüthe.

43. Die Figur 6 giebt die diese Verhältnisse veranschaulichenden empirischen Diagramme zweier Blüthen, in A das Diagramm einer getrenntblätterigen (Cruciferen-), in B das einer in Kelch und Krone verwachsenblätterigen (Campanula-)Blüthe. In Figur A alterniren mit den beiden medianen Kelchblättern (k^1) die lateralen (k^2) des nächsten Wirtels. Die vier einen Quirl

Fig. 6.



bildenden Blumenblätter (b) stehen diagonal und alterniren mit beiden Kelchblattkreisen. Die zwei kürzeren lateral gestellten Staubgefässe (st^1) sind den inneren Kelchblättern (k^2) und den Fruchtblättern f opponirt, alterniren aber mit den Kronblättern; der innere Staubgefässkreis (st^2) zeigt mediane verdoppelte Staubgefässe, im Ganzen demnach vier. Die beiden den zweifächerigen Fruchtknoten bildenden lateralen Fruchtblätter (f) bilden den Schluss des Blüthendiagrammes, dessen Glieder ausserdem durch ihre verschiedene Querschnittsform noch mehr hervorgehoben wurden.

44. Figur 6 B erklärt sich nach dem Gesagten von selbst. Die Zahl der Kelch- und Kronlappen ist durch entsprechende Vorsprünge der Kreise veranschaulicht. Die fünf Fruchtblätter alterniren mit den Lappen der

Fig. 6. A Diagramm der Cruciferenblüthe; k^1 äusseres und k^2 inneres Kelchblattpaar; b Blumenblätter; st^1 die zwei Staubgefässe des äusseren und st^2 die vier des inneren Kreises; f der zweifächerige Fruchtknoten mit einigen im Querschnitte der Fächer sichtbaren Samenknospen. — B Diagramm der fünfgliederigen Blüthe von Campanula; k Kelch, b Blumenkrone, st Staubgefässe, f Fruchtknoten. Der Punkt über den Figuren giebt die Lage der Axe des Muttersprosses an.

Blumenkrone, sind daher den Staubblättern opponirt. In Figur 6 B treten ferner die Blüthentheile in vier, in Fig. A in sechs Kreise geordnet auf; B stellt eine tetracyclische, A eine hexacyclische Blüthe dar. Ausserdem sind in A die Kelchblattkreise zweigliederig oder dimer, der Kronblattkreis ist viergliederig oder tetramer u. s. w., während in B alle Kreise fünfgliederig oder pentamer sind; die Campanula-Blüthe würde also nach diesen Verhältnissen kurz als eine tetracyclisch-pentamere bezeichnet werden können. Weiteres über die Stellungsverhältnisse der Blüthenglieder ist in dem die angiospermen Phanerogamen behandelnden Abschnitte nachzusehen.

45. Die in §§ 38 und 39 erläuterten, an aufrecht wachsenden radiär gebauten Sprossen am häufigsten vorkommenden Blattstellungen: $^1/_2$, $^1/_3$, $^2/_5$, $^3/_8$, $^5/_{13}$, $^8/_{21}$, $^{13}/_{34}$, $^{21}/_{55}$ . . . . . scheinen ein Naturgesetz in ihren Divergenzen auszudrücken, indem die jedesmaligen Zähler und Nenner des Bruches zweier unmittelbar auf einander folgenden Divergenzen addirt wieder Zähler und Nenner der nächst höheren Divergenz geben, also z. B. $\frac{2+3}{5+8} = \frac{5}{13}$ u. s. w. Allein eine grosse Anzahl von Fällen lässt sich durchaus nicht in dieses Schema einreihen. Einmal ist bei gewissen Pflanzen die Divergenz zwar für eine gewisse Strecke der Axe constant, für eine andere ebenso constant, in beiden Regionen unter sich verglichen jedoch ungleich (z. B. bei Euphorbia helioscopia). Bei manchen Arten der Gattung Aloë stehen die untersten Blätter in zwei opponirten Reihen, während sie von einem gewissen Blatte an allmählich in Spiralstellung übergehen. In anderen Fällen (Fritillaria) wechseln die Divergenzen sprungweise und unregelmässig, so dass die Blätter ungeordnet am Stengel stehen und keine Orthostichen erkennen lassen. Bei Lycopodium clavatum, L. Selago u. a. A. wechseln Spiralstellungen in den verschiedensten Divergenzen mit verschiedengliederigen Wirteln. In noch anderen Fällen ist die Construction der sogenannten genetischen Spirale dadurch unmöglich, dass die Blätter gleichzeitig im Quirle entstehen (zahlreiche Blüthen), oder dass sie bei ungleichzeitiger Anlage im Wirtel von einem Punkte aus nach rechts und links fortschreiten (Characeen, Blüthe von Reseda), oder dass sie bei dorsiventral gebauten Blüthensprossen (Myosotis, Symphytum) und kriechenden Stämmen (Marsilia) nur auf der Rückenseite entwickelt werden, also auch durch eine Zickzacklinie sich verbinden lassen, welche die Bauchseite der Axe nicht berührt. Bedeutungslos ist ferner die Construction der Grundspirale dann, wenn die Divergenz $^1/_2$ ist, wenn also die Glieder in zwei einander gegenüber stehenden Reihen auftreten (Blätter bei Gräsern), man also sowohl nach rechts, als nach links die aufsteigende Spirale beschreiben kann u. s. w.

46. Bei vielen Abweichungen in der Blattstellung sind gewisse Wachsthumserscheinungen die Ursache. Die Divergenz kann dadurch geändert werden, dass die Axe auf einer Seite stärker in die Dicke wächst als auf der entgegengesetzten. Stehen die Blätter eines Sprosses bei ihrer Anlage sehr dicht neben und über einander und wächst der Spross verhältnissmässig weniger schnell in Länge und Umfang als die rasch sich weiter entwickelnden Blattanlagen, so kann ein Druck parallel (longitudinaler Druck) oder

senkrecht (transversaler Druck) zur Axe des Sprosses mehr oder minder bedeutende Verschiebungen hervorrufen, welche die spätere Stellung der Blätter demnach anders erscheinen lassen, als sie es der Anlage nach ist. Die Form des Querschnittes der betreffenden Blattanlagen spielt dabei eine weitere oft nicht unwesentliche Rolle. Wieder in anderen Fällen sind Drehungen der Axe die Ursache der im Laufe der Entwickelung sich ändernden Blattstellung, wie am Stamme von Pandanus utilis, dessen jüngste Blätter in drei geraden Reihen nach der Divergenz $^1/_3$ stehen, während die drei Orthostichen an älteren Stammtheilen in drei Spiralen übergehen.

Der früher die Morphologie fast ausschliesslich beherrschenden sogenannten Spiraltheorie kann nach allem Gesagten daher unmöglich die ihr oft beigelegte Tragweite zuerkannt werden. Die Anordnung der Blätter und Seitensprosse an einer Axe wird vielmehr erstlich dadurch bestimmt, ob die Mutteraxe radiären, bilateralen oder dorsiventralen Bau zeigt, d. h. ob sie durch drei oder mehr (radiär) oder nur durch 2 rechtwinkelig kreuzende Schnitte (bilateral) in gleiche Hälften zerlegt werden kann, oder ob sie (bei zugleich gewöhnlich horizontaler oder schräger Lage und bisweilen mehr oder minder auffallender Verbreiterung, resp. Verflachung) auf Ober- und Unterseite derartig verschiedenen Bau zeigt, dass nur ein senkrecht halbirender Schnitt spiegelbildlich gleiche Hälften ergiebt (dorsiventral). Weiter sind: Zahl der auf einer bestimmten Fläche zur Anlage kommende Organe, Querschnittsform und gleich bleibende oder allmählich abnehmende Querschnittsgrösse der letzteren maassgebend in Verbindung mit dem Umstande, dass jedes jüngere Organ auf seiner Mutteraxe da zur Anlage kommt, wo ihm der bequemste Raum, eine genügend weite oder die grösste Lücke oberhalb bereits vorhandener älterer Organe geboten wird. Es wird ferner ausser den oben erwähnten Druck- und Torsionsverhältnissen der Umstand in Frage kommen, ob der Muttersprosse gegen seinen Scheitel sich verjüngt oder nicht u. s. w. Je nach dem Zusammenwirken einzelner oder aller der angegebenen Bedingungen werden die Blätter sich nach $^1/_3$ oder $^2/_5$ oder $^5/_{13}$ u. s. w. stellen, die Divergenzen in der ganzen Ausdehnung des Muttersprosses gleich bleiben oder sprungweise oder allmählich wechseln. Ausserdem ist noch zu bemerken, dass gleiche Stellungen, wie die auf mechanische Ursachen zurückführbaren Stellungen der Glieder einer Pflanze, auch durch andere, dicht bei einander auftretende Körper verschiedenen Querschnittes zum Vorschein kommen: Punktirungen etc. auf der Membran der Bacillariaceen, Schuppen der Fische und Reptilien, Eier des Ringelspinners etc.

7. Verzweigung der Glieder.

47. Bei Betrachtung der Verzweigungssysteme eines Gliedes wird von den für die Architektonik desselben unwesentlichen Adventivsprossen abgesehen und nur auf die normal am wachsenden Scheitel angelegten Endverzweigungen Rücksicht genommen. Letztere lassen sich auf zwei Typen zurückführen:

Einmal wächst das sich verzweigende Glied in der bisher eingehaltenen

Richtung an seinem Scheitel dauernd fort und erzeugt unterhalb des letzteren in acropetaler Folge seitliche, gleichartige, in verschiedener Richtung abstehende Glieder, für welche es das gemeinsame Fussstück (Podium) ist. Ein solches Zweigsystem wird als Monopodium bezeichnet; jeder Zweig desselben kann sich in monopodialer Weise weiter verzweigen (Beispiele: Sprosse der Fichte, Tanne, Schachtelhalme u. s. w.; gelappte und gefiederte Blätter der Mono- und Dicotyledonen; die meisten Wurzeln; Thallus zahlreicher Fadenalgen).

In einem zweiten Falle hört bei der Zweigbildung das Scheitelwachsthum in der ursprünglichen Richtung auf. Es entstehen unmittelbar rechts und links neben (oder vor und hinter) dem alten, sein Wachsthum einstellenden Vegetationspunkte zwei neue, divergirende Vegetationspunkte, von denen jeder zu einem Zweige auswächst, dessen Wachsthumsrichtung eine von derjenigen des erzeugenden Muttersprosses verschiedene ist. Eine solche Verzweigung ist eine Gabelung oder Dichotomie. Jeder Zweig derselben wird als Gabelzweig, das die Gabelzweige erzeugende Glied als Fussstück bezeichnet. Jedes Fussstück kann sich nur einmal gabelig verzweigen, der Gabelzweig aber zum Fussstücke einer neuen Gabelung werden (Fig. 7 a— Beispiele: Sprosse von Selaginellen, Hydrocharis, Vallisneria; Blüthenstände von Solanaceen, Asperifoliaceen etc.; Blätter der Farnkräuter; Wurzeln von Lycopodium und Isoëtes; Thallus von Metzgeria und anderen Lebermoosen, von Dictyota und anderen Algen).

Durch Ungleichheit im Wachsthum der verschiedenen Zweige eines Verzweigungssystemes kann die monopodiale Verzweigung in eine scheinbare Dichotomie, die Dichotomie in ein monopodial erscheinendes Sprosssystem übergeführt werden. Es giebt daher nur die Entwickelungsgeschichte Aufschluss über die wahre Natur der Verzweigung.

48. Ein monopodiales Verzweigungssystem ist:

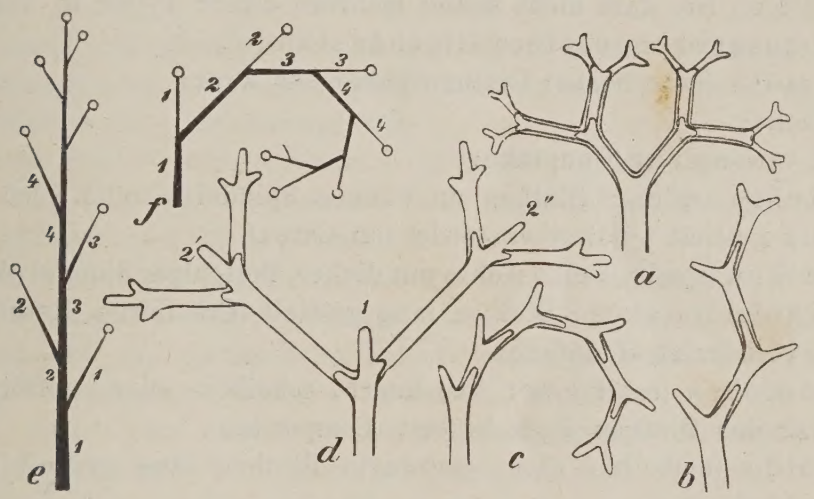
A. Racemös, wenn der von Anfang an stärkere Muttersprosse auch späterhin sich stärker entwickelt, als die von ihm erzeugten Seitensprosse, und diese ihrerseits bei weiterer Verzweigung sammt allen späteren Sprossgenerationen sich ebenso verhalten (Verzweigung vieler Nadelhölzer, z. B. der Fichte, Tanne u. s. w., der Schachtelhalme, der Blätter der Umbelliferen);

B. Cymös, wenn der Seitenzweig sich stärker entwickelt und auch stärker verzweigt als sein Muttersprosse, der häufig bald ganz zu wachsen aufhört.

a. In den hierher zu rechnenden Fällen können zunächst zwei unterhalb des Scheitels in geringer Entfernung von einander acropetal angelegte Seitenzweige sich annähernd gleich stark weiter entwickeln und den schwach bleibenden Mutterzweig im Wachsthum überholen. Es entsteht dann eine falsche Dichotomie (Fig. 7, *d*). Jeder der scheinbaren Gabeläste derselben kann in gleicher Weise die Verzweigung wiederholen (Fig. 7, *d*: 2′ und 2″) und so fort (Blätter von Rubus, Helleborus und Amorphophallus, die als Dichasien bezeichneten Blüthenstände — vgl. § 50, No. 10). Entwickelt sich statt zweier scheinbar gegenüberstehenden Aeste ein ganzer Wirtel solcher in gleicher Weise einmal oder wiederholt stärker als die zugehörige Hauptaxe, so entsteht die cymöse Dolde (Euphorbia).

b. Wird an dem seinen Scheitel nach Anlage des Seitenzweiges nicht oder nur schwach weiter entwickelnden Mutterzweige je nur ein Seitenzweig stärker ausgebildet und an diesem die Verzweigung in gleicher Weise fortgesetzt, so entsteht aus den aufeinander folgenden stärkeren Zweigstücken eine Scheinaxe (Sympodium). Die Glieder derselben erscheinen bald zickzackförmig gebrochen, wenn sie die ursprüngliche Richtung der entsprechenden Seitenzweige beibehalten (Fig. 7, *f*), bald stellen sie sich in eine Linie (Fig 7, *e*). In letzterem Falle ist die Aehnlichkeit mit einem racemös ausgebildeten Sprosssysteme noch grösser als im ersteren: die (in der Figur stärker gezeichneten) Glieder der Scheinaxe bilden scheinbar die Hauptaxe, die verkümmerten (in der Figur durch die schwächeren Linien angegebenen) Endstücke die vermeintlichen Seitenzweige. Wird bei

Fig. 7.



der sympodialen Verzweigung abwechselnd ein Seitenzweig rechts, ein darauf folgender nach links stärker entwickelt, so entsteht das als Wickel bezeichnete System (Fig. 7, *e* — Rhizom von Polygonatum multiflorum); liegt dagegen der stärker zur Ausbildung gelangende Seitenzweig stets auf derselben Seite, so wird eine sogenannte Schraubel (Fig. 7, *f*) gebildet. Siehe weiter § 50.

49. Auch die Dichotomie kann verschiedene Verzweigungssysteme liefern:

A. Normale Dichotomie lässt die beiden Gabelzweige jedes Fussstückes sich gleich stark weiter entwickeln (Fig. 7, *a*).

B. Bildet sich von den beiden Aesten der Dichotomie nur einer weiter

---

Fig. 7. Schematische Darstellung verschiedener Verzweigungen: *a* gabelig ausgebildete, *b* wickelähnliche, *c* schraubelähnliche und *d* falsche Dichotomie; *e* Wickel; *f* Schraubel. Die gleichlautenden Zahlen geben in den Figuren *e* und *f* die zusammengehörigen Axenstücke an: 1—1 ist also der Hauptspross, an dem der Seitenspross 2—2 entstand, welcher das über ihm stehende, schwächer bleibende Axenende von 1 im Wachsthum überholte und sich selber dann in gleicher Weise weiter verzweigte. (Nach Sachs.)

aus, so entsteht eine sympodiale Dichotomie (Fig. 7, *b. c*). Die Fussstücke der einzelnen Gabelungen bilden dann eine stärkere Scheinaxe, an der die schwächeren Gabelzweige wie die Seitenzweige eines Monopodiums erscheinen. Nach der Lage der zur stärkeren Entwickelung kommenden Gabeläste unterscheidet man hier:

a. wickelähnliche Dichotomie, wenn abwechselnd der linke und rechte Gabelast sich weiter ausbilden (Fig. 7, *b*), wie bei der Verzweigung von Selaginella und den Blättern der Farnkräuter;

b. schraubelähnliche Dichotomie, wenn stets nur die rechts oder nur die links gelegenen Gabeläste die Glieder der Scheinaxe bilden (Fig. 7, *e* — Blätter von Adiantum pedatum). Vgl. weiter § 50.

50. Sehr charakteristisch finden sich die in §§ 48 und 49 aufgezählten Verzweigungssysteme in den Blüthenständen (Inflorescenzen) der Phanerogamen, deren wichtigste hier in einer Uebersicht folgen, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, dass nicht selten mehrere dieser Typen in Verbindung auftreten (zusammengesetzte Blüthenstände).

I. Racemöse (botrytische) Blüthenstände und zwar:

A) einfache:

a) mit verlängerter Hauptaxe:

1. Aehre (spica): Blüthen an dünner Spindel sitzend oder äusserst kurz gestielt (♂ Blüthenstände von Carex).
2. Kolben (spadix): eine Aehre mit dicker, fleischiger Spindel (Aroideen).
3. Traube (racemus): Blüthen lang gestielt (Cruciferen, Reseda).

b) mit verkürzter Hauptaxe:

4. Köpfchen (capitulum): Axe kegel-, scheiben- oder napfförmig, mit sitzenden Blüthen dicht besetzt (Compositen).
5. Dolde (umbella): dicht gedrängte Blüthen lang gestielt (Primula, Hedera).

B) zusammengesetzte:

a) gleichartig zusammengesetzte:

6. Zusammengesetzte Aehre: an der Hauptaxe einer Aehre sitzen statt einzelner Blüthen wieder kleine Aehren (Weizen, Roggen, Gerste).
7. Zusammengesetzte Traube: eine aus kleineren Trauben gebildete Traube (Weinstock).
8. Zusammengesetzte Dolde: eine aus kleineren Dolden bestehende Dolde (Mehrzahl der Umbelliferen).

b) ungleichartig zusammengesetzte, d. h. die verschiedenen Verzweigungen verschiedenen Blüthenstandsformen angehörend. In dieser Gruppe herrscht eine grosse Mannigfaltigkeit; die wenigen hier aufgeführten Beispiele sind schon dem Namen nach verständlich, so: Köpfchentraube (d. h. aus Köpfchen zusammengesetzte Traube — Petasites), Aehrentraube (Arten von Carex) etc.

II. Cymöse Blüthenstände und zwar:

A) einfache:

a) ohne Scheinaxe:

9. Pleiochasium oder Scheindolde (cyma): mit 3 oder mehr unter sich gleichstarken Seitenaxen (viele Arten von Euphorbia).

10. Dichasium: mit 2 gleich kräftigen Seitenaxen an der kürzer bleibenden Hauptaxe und die Seitensprosse in gleicher Weise verzweigt, die Verzweigungen in der Regel unter rechten Winkeln kreuzend (viele Caryophyllaceen).

b) mit Scheinaxe:

11. Schraubel (bostryx): Seitenaxen der aufeinander folgenden Verzweigungen immer auf dieselbe Seite fallend (Aeste der Blüthenstände von Hemerocallis und Hypericum perforatum).

12. Wickel (cicinnus): Seitenaxen abwechselnd auf die entgegengesetzte Seite der relativen Abstammungsaxe fallend (Drosera, Helianthemum).

B) Zusammengesetzte cymöse Blüthenstände als Wickelschraubeln (d. h. Wickeln in Schraubeln gestellt — Alchemilla), zusammengesetzte Wickeln (manche Solaneen) etc.

III. Racemös und cymös zugleich zusammengesetzte Blüthenstände und zwar:

A) racemös verzweigte Seitenaxen zu cymösen Gesammt-Inflorescenzen zusammentretend als Köpfchendichasien (manche Compositen), Doldenwickeln (Chelidonium) etc.

B) cymös verzweigte Seitenaxen zu racemösen Inflorescenzen geordnet als Wickelköpfchen (Armeria), Wickeltrauben (Rosskastanie), Dichasienähren (Birke, Erle) etc.

Ferner werden gewisse Blüthenstandsformen noch nach ihrem charakteristischen Gesammtumrisse bezeichnet, so als häufigste: Rispe (panicula) als Blüthenstand von pyramidaler Gestalt und wenigstens im ersten Grade racemöser Verzweigung (Hafer); — Strauss (thyrsus), eine sehr gedrängte Rispe; — Kätzchen (amentum) als ein unscheinbare Blüthen tragender, ährenartiger, einfacher oder zusammengesetzter, meist hängender Blüthenstand, der sich nach dem Verblühen als Ganzes von der Pflanze ablöst (Pappel, Weide); — Ebenstrauss oder Doldenrispe (corymbus), ein zusammengesetzter traubiger oder rispiger Blüthenstand mit in einer Ebene doldenartig ausgebreiteten letzten Verzweigungen (Sambucus); — Spirre (anthela), ein zusammengesetzter Blüthenstand mit verkürzter Axe und von unten nach oben (aussen nach innen) an Länge abnehmenden Zweigen (Juncus); etc.

II. Abschnitt.

Der innere Bau der Pflanze.

Anatomie.

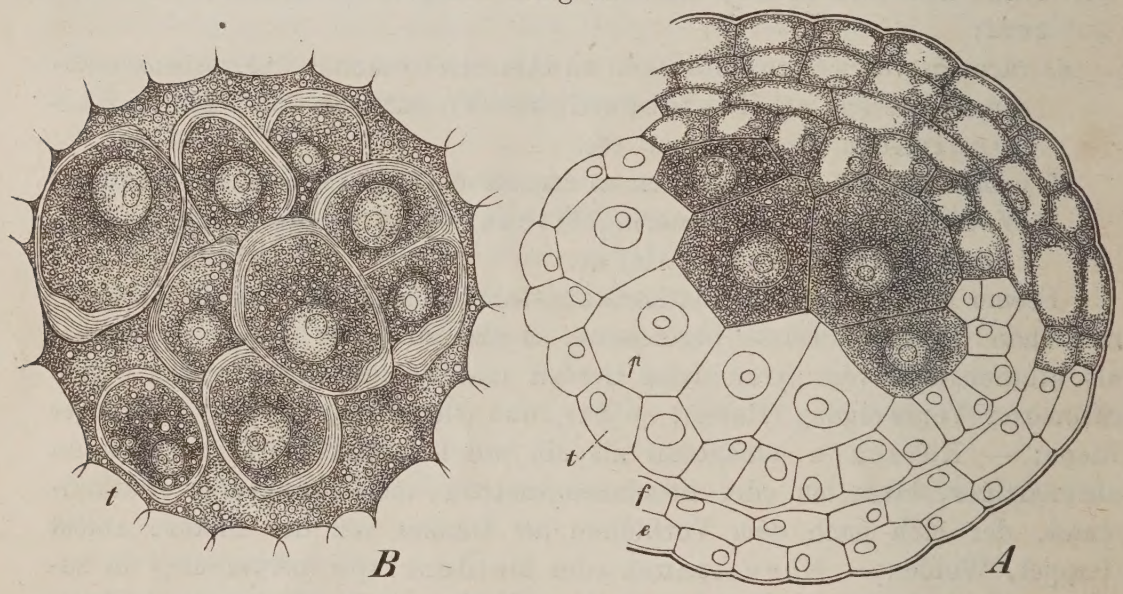
1. Die Zelle als Grundorgan der Pflanze.

51. Wurzel, Stengel, Blatt und Blüthe bezeichneten wir im § 1 vom physiologischen Gesichtspunkte aus als Organe, von denen jedes bestimmte, für die Lebensvorgänge in der Pflanze wichtige Verrichtungen auszuführen hat. Während z. B. die Wurzel für Befestigung im Erdboden sorgt, führt sie den oberirdischen Theilen gleichzeitig Wasser und die in diesem gelösten Nährstoffe

zu. Der Stengel übernimmt unter anderen Aufgaben die Fortleitung der aufgenommenen Nahrung zu den Blättern und Blüthen. Das Blatt besorgt in Gemeinschaft mit anderen grünen Theilen der Pflanze durch Zerlegung der Kohlensäure der Luft den für die Ernährung unentbehrlichen Kohlenstoff, welchen die Wurzel aus dem Boden nicht aufzunehmen vermag. Die Blüthe dient der Erhaltung der Pflanzenarten, denen sie mit der Entwickelung des Samens die Möglichkeit der Fortdauer auch nach dem Tode des samenerzeugenden Individuums sichert.

52. Damit die Organe der Pflanze ihre speciellen Aufgaben in möglichst nutzbringender Weise ausführen können, muss ihr Bau der jedesmaligen Verrichtung zweckentsprechend angepasst sein. Form, Grösse, Dauer u. s. w. eines Organes sind aber z. Th. wieder abhängig von den Eigenschaften der

Fig. 8.



dasselbe zusammensetzenden kleineren Theile. Als solche lässt uns eine Untersuchung mit Hülfe des Mikroskopes bei den meisten Pflanzen äusserst zahlreiche, dem unbewaffneten Auge in der Regel nur undeutlich oder gar nicht sichtbare Gebilde von sehr verschiedener Form erkennen, von denen jedes einen ganz charakteristischen Bau und bestimmten Inhalt zeigt: eine feste elastische Haut von grösserer oder geringerer Dicke umschliesst wenigstens in der Jugend eine meist körnig-schleimig aussehende weiche Substanz neben wässeriger Flüssigkeit und verschieden geformten anderen Inhaltskörpern. Saftige Pflanzentheile, z. B. Beerenfrüchte, lassen dies am leichtesten erkennen.

53. Nimmt man von dem weissen Fruchtfleische einer Schneebeere (Symphoricarpus racemosus) oder von dem Inhalte der jugendlichen Antheren phanerogamer Pflanzen eine geringe Menge vorsichtig fort, oder macht man

---

Fig. 8. Funkia cordata. A Querschnitt durch ein junges Antherenfach vor Isolirung der Pollenmutterzellen p; t die Tapete, f die zur Faserschicht werdende Zellenlage, e die Epidermis des Faches. B das Pollenfach nach Isolirung der Pollenmutterzellen, die eine der letzteren bereits einmal getheilt. Vergr. 500. Nach Sachs.

aus letzteren oder anderen jugendlichen Pflanzentheilen dünne Schnitte und untersucht dieselben in einem Tropfen Wasser unter dem Mikroskope, so sieht man zahlreiche der in Fig. 8 dargestellten Gebilde, die als Zellen bezeichnet werden. Jede derselben hat je nach den gewählten Objecten und dem Druck, den sie aufeinander ausübten, polyëdrische oder rundliche Gestalt. Die Zellhaut, welche die übrigen Bildungen der Zelle einschliesst, ist hier farblos und durchsichtig und wenigstens anfänglich so dünn und zart, dass sie bei stärkerem Drucke platzt oder faltig zusammenschrumpft. Der schleimige, von zahlreichen Körnchen und Tröpfchen trübe Inhalt, welcher den Innenraum der Zelle ganz oder grösstentheils erfüllt, wird als Protoplasma bezeichnet. In diesem sehen wir an irgend einer Stelle noch einen rundlichen, aus gleicher Substanz bestehenden Körper, den Zellenkern liegen, während bei weiterem Wachsthum der übrige Innenraum der Zelle sich ausserdem noch mit wässerigem Zellsafte, Stärke u. s. w. füllen kann. Aus zahlreichen solchen Zellen ist nicht allein das Fruchtfleisch der Schneebeere, der Staubbeutel einer Blüthe zusammengesetzt; tausende solcher oder ähnlicher Zellen bauen alle Organe auf. Die Zelle ist das Grund- oder Elementarorgan der Pflanze.

54. Nicht alle Gewächse werden aus zahlreichen Zellen aufgebaut. Es giebt viele niedere Pflanzen, die nur aus verhältnissmässig wenigen zu Fäden aneinander gereihten (die meisten Schimmelpilze, die Wasserfäden oder Confervaceen) oder zu Scheiben (Coleochaete scutata) etc. geordneten Zellen bestehen. Bei einer nicht unbeträchtlichen Anzahl noch niedriger organisirter Pflanzen ist sogar die einzelne Zelle die ganze Pflanze selbst (Hefepilze, Bacterien, Bacillariaceen u. s. w.). Bei vielen Gewächsen lösen sich oft zahlreiche bestimmte Zellen aus dem Zusammenhange mit Ihresgleichen und erscheinen dann in ihrer Gesammtheit als ein oft gefärbtes Pulver (Sporen von Kryptogamen, Blüthenstaub der Phanerogamen). Durch entsprechende Behandlung mit chemischen Reagentien, bisweilen schon durch vorsichtiges Kochen mit Wasser (Kartoffeln) lassen sich in Verband stehende Zellen künstlich trennen.

55. Die meisten Zellen sind, wie schon die angeführten Beispiele sagen, in der Regel einzeln mit unbewaffneten Augen nicht erkennbar. Bei den Stäbchenpilzen (Bacterien) gehören sogar oft ziemlich bedeutende Vergrösserungen dazu, um die einzelne Zelle in allen ihren Theilen deutlich wahrnehmen zu können. In anderen Fällen ist dagegen die Zelle auch für das blosse Auge sichtbar, wie z. B. in der Holzfaser mancher Bäume, dem Baumwollenhaar, bei den Armleuchtergewächsen (Characeen) und anderen, und bei einigen Algen nimmt sie sogar bedeutende Dimensionen an. Die einzellige Caulerpa prolifera der wärmeren Meere erreicht bis 10 cm Länge und darüber und bis zu 1 cm Dicke, wobei sie zugleich in ihren verschiedenen Theilen die äusseren Formen eines beblätterten und mit Wurzeln versehenen kriechenden Stengels nachahmt, ein treffliches Beispiel für die Formenmannigfaltigkeit der Zelle bietend.

A. Die Bestandtheile der einzelnen Zelle.

56. Untersuchen wir die ausgebildete aber noch lebensfähige Zelle, so lässt diese, wie schon (im § 53) kurz erläutert wurde, bei den meisten Pflanzen

unterscheiden: Zellhaut, Protoplasma, Zellkern und Zellsaft neben anderen, theils im Protoplasma, theils im Zellsafte vorkommenden geformten oder auch gelösten Bestandtheilen, unter denen Stärke, Krystalle, Fetttröpfchen und von Farbstoffen das Blattgrün als die am häufigsten vorkommenden zunächst genannt werden sollen. Von diesen Bestandtheilen ist das Protoplasma der wesentlichste, der eigentliche lebendige Leib der Zelle. An das Vorhandensein desselben knüpfen sich die wichtigsten Lebensvorgänge in der Zelle wie in der Pflanze überhaupt, da in ihm sich die für Ernährung, Wachsthum und Fortpflanzung nothwendigen chemischen Vorgänge vollziehen. Eine Zelle, welche ihr gesammtes Protoplasma während ihrer Entwickelung aufbrauchte und dann nur noch Wasser oder Luft einschliesst, ist als eine todte zu bezeichnen. Sie braucht aber desshalb von der Pflanze nicht als unnütz abgestossen zu werden; sie kann mit vielen anderen gleichartigen Zellen noch als Schutz für gewisse Organe dienen, wie der Kork, oder sie übernimmt in ihrer bleibenden Wand den Transport des Wassers und der in ihm gelösten Stoffe, da dieser sich an gewisse, auch der todten Zellhaut eigene physikalische Bedingungen knüpft. Sie kann dagegen weder durch Grössenzunahme wachsen, noch sich in irgend einer Weise vermehren.

57. Dagegen können der Zellkern und die Zellhaut fehlen, ohne das Leben der Zelle zu beeinträchtigen. Der Zellkern verschwindet oft mit dem Alter der Zellen und bei gewissen niedrig organisirten Pflanzen (Bacterien, Cyanophyceen) ist er bis jetzt überhaupt noch nicht beobachtet worden. Ebenso giebt es unter letzteren Gewächsen viele, die in gewissen Entwickelungszuständen nur eine hautlose Masse von lebendem Protoplasma darstellen, das erst später an seinem Umfange eine Zellhaut ausscheidet. Dergleichen hautlose Zellen nennt man nackte Zellen oder Primordialzellen. Streng genommen beginnen fast sämmtliche Pflanzen ihr Leben als eine solche noch nackte Zelle, wenn sie als Eizelle in den Fortpflanzungsorganen auftreten, wie bei den Blüthenpflanzen, den Farnen, Moosen u. s. w., oder als Schwärmzelle (Fig. 10, S. 31) die starre Zellhaut verlassen, wie bei vielen Algen und Pilzen. — Auch die anderen genannten Inhaltskörper fehlen bald, bald sind sie nur vorübergehend auf längere oder kürzere Zeit in der Zelle vorhanden.

1. Das Protoplasma.

58. Das Protoplasma oder Plasma erscheint als eine bei den allermeisten Pflanzen von der Zellhaut eingeschlossene schleimige bis gallertartige, homogene, farblose, mehr oder minder durchsichtige, mit eigenthümlichen Molecularkräften ausgerüstete Masse, welche aus einem Gemenge verschiedener Eiweisskörper mit wahrscheinlich noch anderen, nicht näher bekannten stickstoffhaltigen Verbindungen besteht, überhaupt eine complicirte, bis jetzt wenig gekannte chemische Zusammensetzung zeigt. Es enthält stets Wasser und ist je nach der Menge desselben bald zäher (in ruhenden Zellen selbst starr und brüchig), bald zeigt es mehr die Beschaffenheit einer schleimigen Flüssigkeit, ohne jedoch jemals eine eigentliche Flüssigkeit darzustellen. Wo das Plasma körnig oder trübe erscheint, sind es zahlreiche in seiner Substanz erzeugte und als solche nachweisbare Fetttröpfchen oder Stärkekörnchen, selten Körnchen von kohlensaurem Kalke (Plasmodien einiger

Schleimpilze), in anderen Fällen auch selbst bei stärkster Vergrösserung noch punktförmig erscheinende Körperchen unbekannter Natur (vielleicht fein zertheilte Nährstoffe), die diese Trübung verursachen. Kleine Mengen unverbrennlicher (Aschen-) Bestandtheile sind gewöhnlich auch im Protoplasma zu finden.

59. Die Reactionen des Protoplasma gegen chemische Mittel sind je nach letzteren und der jeweiligen Beschaffenheit des Plasmas selbst sehr verschieden. Durch Einwirkung wasserentziehender Mittel (Alkohol, Glycerin, Zuckerlösung) wird das Plasma zum Gerinnen gebracht, so dass es unter Verringerung seines Volumens sich von der Zellwand nach der Mitte der Zelle zurückzieht (Plasmolyse). Auch Erhitzung wasserreichen Protoplasmas auf 40 bis 60° C. lässt dasselbe gerinnen, während wasserarmes Plasma viel höhere Wärmegrade erträgt, ohne (scheinbar) seine Molecularstructur zu ändern. Jodlösung färbt es durch Einlagerung von Jodmolekülen braun, Zuckerlösung und darauf folgende concentrirte Schwefelsäure bei geringem Wassergehalte rosenroth; verdünnte Kalilauge löst das Plasma, concentrirte lässt es (scheinbar) lange Zeit unverändert. Wird das Protoplasma namentlich jugendlicher Organe zuerst mit einer Lösung von Kupfervitriol und nach dem Abspülen des Präparates in reinem Wasser mit Kalilauge getränkt, so nimmt es eine violette Färbung an, die stets das sicherste Erkennungszeichen für die Anwesenheit von Eiweisskörpern oder Proteïnstoffen im Plasma ist.

Alle diese Reagentien tödten aber auch bei ihrer Einwirkung das Protoplasma, das dann in Folge veränderter molecularer Beschaffenheit ganz andere Eigenschaften zeigt. Während z. B. das lebende Plasma durch Lösungen von Farbstoffen, wie sie beispielsweise im Zellsafte von Blüthen vorkommen, nicht gefärbt wird, nimmt das getödtete diese Farbstoffe begierig auf oder lässt dieselben durchtreten.

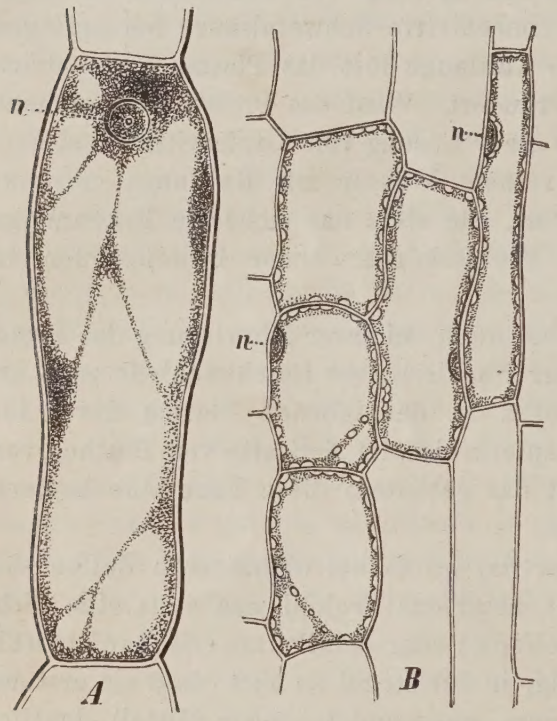
60. An seiner Aussenfläche oder da, wo es bei umhäuteten Zellen sich der Innenfläche der Zellwand anlegt, zeigt das Protoplasma stets eine dichtere, festere Hüllschicht, die Hautschicht oder den Primordialschlauch. Diese Hautschicht ist selten mächtig, in der Regel so zart, dass sie erst bei Anwendung von Reagentien (besonders wasserentziehender Mittel) deutlich sichtbar wird. Sie ist frei von den körnigen Bildungen, die das übrige Plasma fast immer auszeichnen und geht nach innen allmählich in letzteres über, während sie nach aussen scharf abgegrenzt ist. In ihren Reactionen stimmt sie mit dem übrigen Plasma überein; sie ist also wohl dieselbe chemische Verbindung, wie die homogene Grundmasse des körnigen Protoplasmas.

61. Das Protoplasma, welches den Innenraum jugendlicher Zellen vollständig ausfüllt, vermehrt mit dem Wachsthum der Zelle sein Volumen meist nicht in dem Maasse, wie die Zelle an Umfang zunimmt. Es bilden sich daher im Inneren des Plasmas Hohlräume, in welche von dem Protoplasma ausgeschiedenes Wasser tritt, das aber wohl verschiedene im Plasma befindliche Stoffe gelöst enthält. Dem Beobachter erscheinen diese Hohlräume oder Vacuolen als hellere, scharf umschriebene Flecke (Fig. 9 A). Auch gegen jede Vacuole wird das Protoplasma durch eine Hautschicht begrenzt.

Die gewöhnlich zunächst zerstreut auftretenden kleineren Vacuolen im Plasma fliessen mit dem Wachsthum der Zelle gewöhnlich bald zu grösseren zusammen. Zuletzt entsteht in der Regel ein zusammenhängender grösserer Saftraum, der noch von dünnen Plasmafäden oder Plasmabändern durchsetzt werden kann (Fig. 9 A), die sehr oft dann den Zellkern wie in einem Netze schwebend enthalten; oder das gesammte Protoplasma tritt an die Innenfläche der Zellwand zurück, dieselbe wie eine Tapete in dünnerer oder dickerer Schicht auskleidend. Dieser Bewegung folgen auch die dem Plasma eingelagerten Körper: Zellkern, Chlorophyllkörner etc. finden sich daher später im wandständigen Protoplasma (Fig. 9 B).

Die Schwärmzellen gewisser niederer Algen (Volvocineen) besitzen in ihrem Vorderende eine oder zwei pulsirende oder contractile Vacuolen, d. h. Vacuolen, die in kurzen Zeiträumen mit grosser Regelmässigkeit abwechselnd verschwinden und an derselben Stelle wieder auftauchen. Veranlasst wird die Erscheinung dadurch, dass das umgebende Plasma die Vacuolenflüssigkeit bald aufnimmt und an deren Stelle tritt, kurz darauf aber dieselbe in eine neu an derselben Stelle auftretende Vacuole wieder ausscheidet.

Fig. 9.



62. Die Lebensvorgänge im Protoplasma sind stets mit Ortsveränderungen der leicht verschiebbaren kleinsten Theile desselben verbunden, die wohl darauf beruhen, dass niemals weder die molecularen noch die chemischen Kräfte des Plasmaleibes ins Gleichgewicht kommen, sondern jede Aenderung in äusseren Einflüssen, wie in der chemischen Zusammensetzung der einzelnen Theile eine fortwährende Aenderung auch der Ordnung und damit eine Bewegung derselben herbeiführt. Schon das Zurücktreten des Plasmas wachsender Zellen zum wandständigen Plasmasack setzt solche Bewegungen voraus, die aber wegen der Langsamkeit, mit der sie vollführt werden, sich dem beobachtenden Auge entziehen. Treten dagegen Verschiebungen im Plasmakörper mit grösserer Energie auf, so wird eine Bewegung desselben unmittelbar sichtbar.

63. Die innerhalb der geschlossenen Zelle stattfindende Plasmaströmung lässt sich auf zwei wenn auch nicht scharf geschiedene Arten der

---

Fig. 9. A Zelle aus einem Staubfadenhaare der Tradescantia virginica (Vergr. 300). B Einige Zellen aus dem Blatte von Elodea canadensis (Vergr. 240). *n* Zellkern. Die hellen Körper im wandständigen Plasma von Elodea sind Chlorophyllkörner.

Bewegung zurückführen. Bewegt sich die gesammte Masse des Plasmas innerhalb eines breiten, in sich selbst zurückkehrenden, die ganze Wandfläche einnehmenden Stromes, so sprechen wir von Rotation. Dieselbe findet sich sehr schön in den Blattzellen von Vallisneria und Elodea (Fig. 9 B), in den Wurzelhaaren von Hydrocharis u. s. w. Stellen dagegen viele durch den Saftraum der Zelle gespannte einfache oder verästelte Plasmafäden sowie Leisten des wandständigen Protoplasmas eben so viele Strombahnen dar, in denen die Bewegung nach verschiedenen, gewöhnlich vom Zellkern ausstrahlenden Richtungen hin stattfindet so haben wir die in vielen Haarzellen (Tradescantia — Fig. 9 A —, Urtica u. s. w.) auftretende Circulation, welche in Folge des Verschwindens alter und Auftretens neuer Stränge in stetem Wechsel begriffen ist. In beiden Fällen schliessen wir aus der Ortsänderung der dem Plasma eingebetteten Körper (Zellkern, Chlorophyllkörner, Fetttröpfchen) auf die Bewegung der Grundmasse des Protoplasmas.

64. Nackte, frei lebende Zellen zeigen oft eigenthümliche Bewegungserscheinungen. Bei den beweglichen Schwärmzellen (Myxamöben) der Schleimpilze (Myxomyceten) bestehen diese in einem fortwährenden Ausstrahlen und wieder Einziehen fadenartiger Lappen (Scheinfüsse, Pseudopodien) des Plasmakörpers, durch welche nicht allein die Gestalt des letzteren stetig verändert wird (Fig. 10), sondern derselbe auch auf seiner Unterlage fortkriecht. Treten auf bestimmten Entwickelungsstadien der Schleimpilze zahlreiche Myxamöben zu grösseren netz-, kuchen- oder plattenartigen Plasmamassen oder Plasmodien zusammen, so setzen diese die als amöbenartige Bewegung bezeichnete Gestaltsveränderung ihres Körpers fort, zu der gewöhnlich noch eine Strömung einzelner Plasmastränge im Körperinnern tritt. Auch der Zellkern zeigt unter Umständen amöbenartige Bewegung.

Fig. 10.

Die Schwärmzellen von Algen und Pilzen und die Spermatozoiden der Kryptogamen besitzen an bestimmten Stellen ihres hautlosen Plasmakörpers feine Plasmafäden (Cilien, Wimpern), welche eine fadenförmige Ausstrahlung der Hautschicht desselben sind. Vermöge eigenthümlicher, sehr rasch erfolgender Ortsveränderungen des Plasmas in diesen Wimpern werden dieselben schraubenartig verkürzt und wieder gestreckt, durch die in Folge davon eintretenden lebhaften Schwingungen der Wimpern aber die ganze Zelle unter Drehung um ihre Längsachse im Wasser vorwärts bewegt.

65. Die sichtbaren Bewegungen des Plasmas sind von manchen äusseren Einflüssen abhängig. Sie finden nur bei gewissen Wärmegraden in der Weise statt, dass über gewisse Grade hinausgehende Erniedrigung wie Erhöhung der Temperatur die Strömung vorübergehend aufhebt (Kälte- und Wärmestarre), wenn die Einwirkung nur kurze Zeit dauert, für immer (und gleichzeitig das Protoplasma tödtend) bei länger dauernder Wirkung. Für Nitella syncarpa (Characeen) liegt die untere Grenze bei 0°, die obere bei 37° C, während in den Haaren des Kürbis die Strömung innerhalb

---

Fig. 10. Junge Schwärmzellen (Myxamöben) von Dictyostelium mucoroides Vergr. 200) am Tage nach der Keimung der Sporen. Nach Brefeld.

der Grenzen von 10—11° und 49—50,5° C. Lufttemperatur stattfindet, in Wasser von 47—48° C. dagegen bereits binnen einer Minute aufhört. — Vorsichtige Wasserentziehung lässt während des Zurücktretens des Plasmas von der Zellwand (§ 59) die Bewegung langsamer werden und schliesslich aufhören; letztere beginnt wieder, falls nicht zu kräftige oder zu anhaltende Wasserentziehung den Tod herbeiführt. — Schwache und constante elektrische Ströme bewirken in der Plasmabewegung keine wesentlichen sichtbaren Aenderungen, falls sie nicht zu lange andauern; stärkere jedoch, sowie kräftigere Inductionsschläge, haben eine vorübergehende Störung, bei längerer oder stärkerer Einwirkung endlich Tödtung des Protoplamas zur Folge. Die dabei hervortretenden Erscheinungen sind den bei Wärmeeinwirkungen wahrnehmbaren ähnlich. — Vorübergehender schwächerer Druck lässt die Strömung für eine Zeit lang stillstehen, Mangel an Sauerstoff dieselbe ganz aufhören.

Auch das Licht übt einen bestimmten Einfluss auf die lebhafteren Bewegungen des Protoplasmas aus. Mit eintretender Dunkelheit wie im directen Sonnenlichte wandert in Moosblättern, Vorkeimen von Farnen, den Sprossen von Lemna etc. das Plasma mit dem Chlorophyll an die Seitenwände (oder auch Innenwände) der Zellen, und tritt im diffusen Tageslichte wieder an die freien Ober- und Unterflächen derselben. Die Plasmodien (§ 64) gewisser Schleimpilze kriechen im Finstern an die Oberfläche ihres Substrates, im intensiven Lichte dagegen in dasselbe zurück. Die Schwärmzellen vieler Algen zeigen eine Empfindlichkeit für das Licht derart, dass sie der Lichtquelle entweder entgegenschwimmen oder sich von derselben abkehren. — Die stark brechbaren (blauen, violetten) Strahlen des Lichtes haben dabei alleinigen Einfluss auf derartige Bewegungen; die minder brechbaren (gelben, rothen) Strahlen wirken wie Dunkelheit.

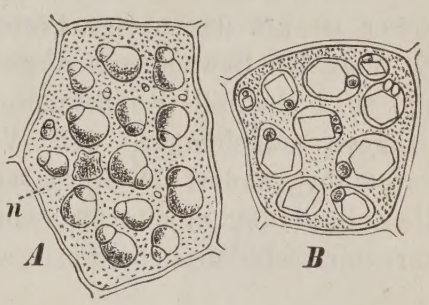
66. Oft nehmen bestimmte Theile des Protoplasmas Formen von Würfeln, Tetraëdern, Octaëdern u. s. w. an und man bezeichnet sie dann als Krystalloide. Mit dem gewöhnlichen Plasma stimmen dieselben in allen Reactionen überein. Von Krystallen anorganischer Körper (z. B. dem in der Zelle oft vorkommenden oxalsauren Kalke) unterscheiden sie sich durch ihre Quellbarkeit in verschiedenen Lösungen (z. B. Kalilauge), wobei ihre Winkel häufig verändert werden und Differenzirung in den Krystallflächen parallele Schichten ungleichen Wassergehaltes eintritt, welche das trockene Krystalloid nicht zeigt. Am häufigsten finden sich Krystalloide in den Knollen der Kartoffel (vorzüglich unmittelbar unter der Schale) und in fetthaltigen Samen, dann in den Zellen der Schuppenwurz (Lathraea), in rothen Meeresalgen u. s. w.; in manchen Blumenblättern (Viola tricolor, Orchis) und Früchten sind sie durch Farbstoffe gefärbt.

67. In den Zellen vieler fettreichen Samen (Ricinus, Paranuss etc.) findet man in einer aus Fett mit geringeren Mengen von Eiweissstoffen bestehenden Grundmasse rundliche oder polyëdrische Körper, welche oft Stärkekörnern ähnlich sind: die Aleuron- oder Proteïnkörner (Fig. 11). Dieselben bestehen aus Eiweissubstanzen, die entweder eine homogene Masse bilden, oder von denen ein Theil die Gestalt eines Krystalloides zeigt, welches als Einschluss im Aleuronkorne liegt (Fig. 11 B). Ausserdem finden

sich als Einschlüsse im Aleuronkorne noch Globoide, d. h. rundliche oder traubenförmige Körner aus phosphorsaurer Kalkmagnesia (Fig. 11 B); seltener sind Einzelkrystalle oder Drusen von oxalsaurem Kalke.

Die krystalloidfreien Aleuronkörner sind in Wasser vollständig oder theilweise oder gar nicht (Cynoglossum) löslich, so dass zum Zwecke der Beobachtung die Zellen in concentrirtes Glycerin, sublimathaltigen Alkohol u. s. w. gelegt werden müssen, die von der Substanz des Aleuronkornes nichts lösen. Sie lösen sich dagegen in 10procentiger Kochsalzlösung oder bei Zusatz einer sehr geringen Menge Kali unter Zurücklassung eines das Korn umgebenden Häutchens. Eingeschlossene Krystalloide werden in Wasser nicht, von verdünntem Kali aber wie das Aleuronkorn selbst gelöst. Die Globoide lösen sich in allen unorganischen Säuren, in Essigsäure u. s. w., aber nicht in Kalilauge. Nach Lösung der Proteïnkörner und ihrer Einschlüsse, sowie nach Entfernung des Fettes aus dem übrigen Zellinhalte, bleibt dann die Grundmasse des letzteren als ein aus Eiweissstoffen bestehendes Netzwerk zurück, in dem die früher anwesenden Aleuronkörner durch eben so viele Hohlräume angedeutet sind.

Fig. 11.



68. Die Bildung der Aleuronkörner im Samen erfolgt erst, wenn dieser der Reife nahe ist und auszutrocknen beginnt. Krystalloide, Globoide und Krystalle treten dagegen schon früher in dem trüben Zellinhalte auf und werden später von der aus letzterem sich ausscheidenden amorphen Grundmasse des Aleuronkornes umhüllt. War vorher Stärke anwesend, so wird diese vor dem Erscheinen der Aleuronkörner ganz oder theilweise in Fett umgewandelt. Durch Wasserverlust wird schliesslich der übrige Zelleninhalt geklärt. — Bei der Keimung der Samen werden die Aleuronkörner wieder gelöst und mit dem übrigen Zellinhalte gemischt, so dass eine ähnliche trübe Masse entsteht, wie sie vor der Bildung der Aleuronkörner in der Zelle vorhanden war. Auch die Globoide und Krystalloide lösen sich, letztere sehr bald, erstere gewöhnlich später, während eingeschlossen gewesener oxalsaurer Kalk ungelöst zurückbleibt.

2. Der Zellkern.

69. Der Zellkern (Nucleus, Cytoblast) fehlt den Zellen gewisser niederer Pflanzen (Bacterien, Cyanophyceen), ist aber bei den meisten Gewächsen ein beständiger Bestandtheil des Zellinhaltes, der namentlich zur Zellbildung und Zelltheilung (§ 112—118) in bestimmter Beziehung steht. Die schlauchförmigen Zellen gewisser niederer Algen und Pilze (Chaetomorpha, Cladophora, Vaucheria — Saprolegnia, Mucor etc.) und die langgestreckten Bast- und Milchzellen mancher Blüthenpflanzen (Euphorbiaceen, Asclepiadeen, Apocy-

Fig. 11. Zwei Zellen aus dem Endosperm von Ricinus communis (Vergr. 400) nach Pfeffer. A in Oel liegend. B nach Behandlung mit sublimathaltigem Alkohol in Wasser. *n* Zellkern.

neen, Urticaceen) besitzen mehrere bis zahlreiche Zellkerne (vgl. § 118). Seinem ganzen Verhalten nach stimmt der Zellkern mit dem übrigen Plasma überein; er ist ein besonders differenzirter Theil desselben, aus zweierlei Substanz bestehend: einer von dem umgebenden Zellenplasma nicht wesentlich verschiedenen, als Kernplasma bezeichneten Grundmasse und einer derselben eingebetteten zweiten plasmatischen Substanz, dem Nuclein, das in Form von Körnern, geraden oder gebogenen Stäbchen oder eines einzigen unregelmässig gewundenen Fadens auftritt, sich durch Phosphorgehalt auszeichnen soll, Farbstoff reichlicher als das Kernplasma einlagert und bei der Kerntheilung eine sehr charakteristische Rolle spielt (vgl. § 118). Gewöhnlich besitzt der Zellkern annähernd kugelige oder dick-linsenförmige Gestalt; an seiner Aussenfläche ist er von einer Hautschicht (§ 60) umgeben; ferner enthält er meistens noch einen oder zwei scharf umschriebene rundliche Plasmakörper, die Kernkörperchen (Nucleoli, Fig. 8), sowie häufig Vacuolen, die ihm sogar ein schaumiges Aussehen ertheilen können.

Der lebensfähige Zellkern, der gegen äussere Einflüsse noch empfindlicher ist als das übrige Protoplasma, ist dem letzteren stets eingebettet. Er folgt den Bewegungen desselben, wenn es sich an die Wand zurückzieht und wird ebenfalls wandständig oder bleibt in einem Netzwerk von Plasmasträngen aufgehängt (§ 61). Vom strömenden Plasma scheinbar passiv mit fortgeführt, ändert der Kern seine Gestalt während seiner Wanderung durch die Zelle, indem er eine meistens in der jedesmaligen Wegrichtung gestreckte, unregelmässig-längliche Form zeigt.

3. Die Zellhaut.

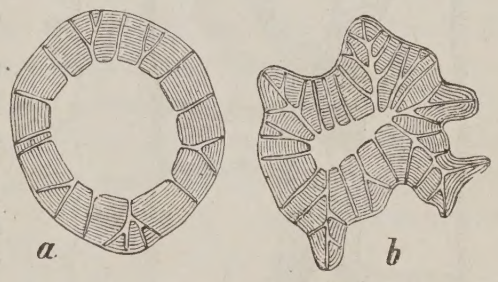
70. Die Zellhaut (Zellmembran, Cellulosemembran) erscheint bei jugendlichen Zellen als ein zartes, elastisches, glashelles, farbloses Häutchen von oft unmessbarer Dicke, ohne alle sichtbare Oeffnungen, aber für Flüssigkeiten und Gase dennoch durchdringbar (permeabel). Sie besteht in diesem Alter aus reiner Cellulose (Zellstoff: Kohlehydrat von der Formel $C_6H_{10}O_5$) mit dem nöthigen Wasser (Organisationswasser). Mit dem Aelterwerden der Zelle ändert sich jedoch dieser Charakter oft bedeutend. Die Zellhaut wächst in der Richtung der Fläche wie der Dicke; Einlagerung fremdartiger Substanzen und ungleiche Vertheilung des Wassers rufen chemische und physikalische Aenderungen hervor, welche der Membran und mit ihr der Zelle gewöhnlich ein ganz anderes Aussehen ertheilen.

71. Das Flächenwachsthum der Membran hat eine Vergrösserung der Zelle zur Folge, bei welcher entweder die Zellenform im Wesentlichen dieselbe bleibt, oder aber die Gestalt der Zelle sich mehr oder weniger ändert. Ersterer Fall tritt ein, wenn das Flächenwachsthum ein allgemeines ist, d. h. kein Punkt der Zellhaut durch Einlagerung neuen Zellstoffes bevorzugt wird, sondern diese an allen Stellen nahezu gleichmässig erfolgt. Im Allgemeinen ist diese Art des Flächenwachsthums die seltenere; sie wird vorzüglich bei freiliegenden Zellen (manchen Pollenkörnern und Sporen) beobachtet. — Gewöhnlich findet an einzelnen Stellen des Zellenumfanges stärkeres Flächenwachsthum der Membran statt als an dazwischenliegenden, wo dasselbe langsamer erfolgt oder später gar vollständig erlischt: locales Flächen-

wachsthum. Je nachdem mehr oder weniger Stellen der Zellhaut derart bevorzugt werden und das Wachsthum an den einzelnen Stellen längere oder kürzere Zeit dauert, wird die Gestalt der Zelle zu regelmässigen oder unregelmässigen Formen in höherem oder geringerem Grade geändert (vgl. Fig. 12 in § 72 und Fig. 19, § 108), wie dies die Gewebe höher organisirter Pflanzen in mannigfaltiger Weise zeigen. Dabei können zwei Fälle eines solchen localisirten Flächenwachsthums unterschieden werden: intercalares und Spitzen-Wachsthum.

72. Intercalares Flächenwachsthum findet statt, wenn die Einlagerung neuen Zellstoffes innerhalb einer gürtelförmigen Zone der Zellwand so erfolgt, dass zwischen ältere, nicht wachsende Zonen derselben ein neues Membranstück eingeschoben wird. Den eigenthümlichsten derartigen Fall zeigen die Zelltheilungen der Algengattung Oedogonium (§ 119, Fig. 24). Die Gestalt der Zelle bleibt in diesem Falle oft wesentlich unverändert. — Beim Spitzenwachsthum erfolgt dagegen die Einlagerung neuer Cellulose an einer oder an einzelnen kreisförmig umschriebenen Stellen der Membran am stärksten, um von hier aus radienförmig allmählich abzunehmen und endlich aufzuhören. Bei einzelligen Fadenalgen (Vaucheria) und Haaren sind es die Enden (resp. die Enden der Zweige), bei vielzelligen Fadenalgen, Fadenpilzen und Haaren die Endzellen, die an ihrem meist kuppelförmig gewölbten Scheitel solches Spitzenwachsthum am instructivsten zeigen. Durch Auftreten neuer Punkte mit Spitzenwachsthum werden durch Vorstülpung der Zellhaut in derartigen Fällen neue Verzweigungen der Zelle, respective des Zellenfadens erzeugt. Auch bei höheren Pflanzen zeigen Zellen der verschiedensten Gewebe ein solches Spitzenwachsthum. Die Oberhautzellen mancher Organe (Blumenblätter) erheben sich oft in dieser Weise zu Papillen, Holz- und Bastzellen erhalten in Folge dessen ihre Zuspitzung und letztere die bei manchen Pflanzen oft zu beobachtenden Verzweigungen, die auch bei Steinzellen (Fig 12 *b*) nicht selten sind. Die sternförmigen Zellen des Markes mancher Pflanzen (Juncus; vgl. auch Fig. 19 *a*, § 108) erklären sich durch Auftreten von Spitzenwachsthum an mehreren Stellen des Zellenumfanges und ebenso kann die Entstehung der Thyllen in den Gefässen mancher Holzgewächse (§ 152 a), die Form der wellig gebuchteten Oberhautzellen (Fig. 27 *g*) etc. wenigstens grösstentheils auf dieselbe Ursache zurückgeführt werden.

Fig. 12.



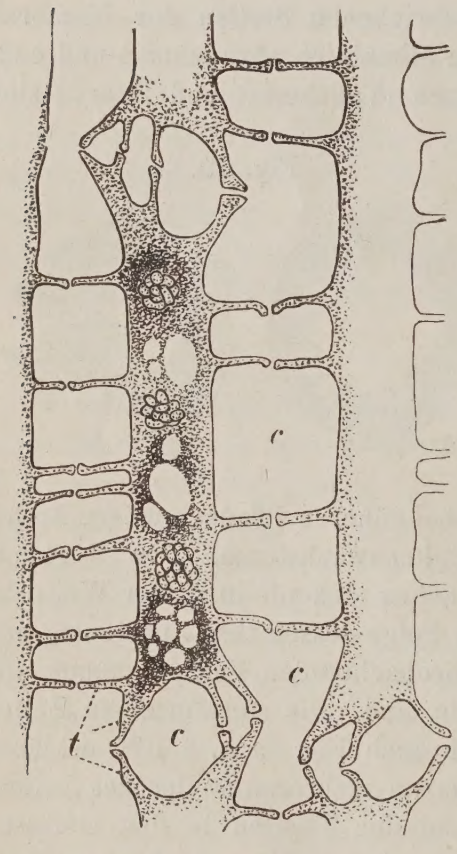
73. Das Dickenwachsthum der Zellwand kann ebenfalls in ein allgemeines und locales, letzteres dann als centripetales und centrifugales unterschieden werden. Die verschiedenen Erscheinungen desselben gehen entweder mit

Fig. 12. Steinzellen aus dem Fruchtfleische von Olea undulata (Verg. 240); *a* regelmässige, *b* durch locales Flächenwachsthum unregelmässig gewordene Zelle; die geschichtete Membran ist von Tüpfelcanälen durchsetzt.

dem Flächenwachsthum der Membran gleichzeitig vor sich, oder das Dickenwachsthum erfolgt erst, wenn ersteres bereits erloschen ist.

Allgemeines Dickenwachsthum der Zellhaut lässt diese völlig oder nahezu gleichmässig im Querdurchmesser zunehmen. Dabei bleibt die Weite der Zellhöhlung dieselbe, wenn ein gleichzeitiges entsprechendes Flächenwachsthum der Membran (Gesammtwachsthum der Zelle) stattfindet; oder das Lumen der Zelle wird mehr oder weniger verengert, kann sogar streckenweise völlig verschwinden (bisweilen bei Bastzellen), wenn das Dickenwachsthum der Membran die Flächenvergrösserung derselben (das Wachsthum der Zelle) bedeutend überwiegt. In den meisten Fällen findet ein gleichmässiges Dickenwachsthum nur in der frühesten Jugend der Zelle statt; später werden einzelne Stellen der Membran durch stärkere Einlagerung von Cellulose bevorzugt: das Dickenwachsthum wird localisirt.

Fig. 13.



74. Oft werden nur Stellen geringen Umfanges vom localen centripetalen Dickenwachsthum der Zellhaut ausgeschlossen. Diese sind dann als dünnere Stellen durch andere Lichtbrechung ausgezeichnet: sie erscheinen als hellere, meist schwach röthliche Fleckchen oder Tüpfel, die meist unregelmässig verstreut liegen (Fig. 16 *f*), bisweilen sich in Spirallinien ordnen (Fig. 16 *g*). Die Gestalt der Tüpfel ist entweder kreisförmig oder nahezu so, oder oval (Fig. 16, *f*, *g*), oder namentlich bei spiralig angeordneten oft spaltenförmig gestreckt. Spaltenförmige Tüpfel nehmen bei im Querschnitte polygonalen Zellen oft die ganze Wandbreite ein. Sind sie in diesem Falle dicht übereinander gestellt, so dass die verdickten Stellen der Zellwand wie Querleisten erscheinen, so ist die Verdickung eine leiter- oder treppenförmige (Treppentracheïden der Farne; Fig. 16 *e*). Bei starker Verdickung der Zellwand bleiben die einmal vom Dickenwachsthum ausgeschlossenen Stellen auch später von diesem frei. In der Wand erscheinen dann engere oder weitere, einfache oder verästelte Tüpfelcanäle (Fig. 12). Da an den entsprechenden Stellen der Scheidewand benachbarter Zellen die Tüpfelbildung in gleichem Sinne erfolgt, so stehen Tüpfel wie Tüpfelcanäle stets einander gegenüber (Fig. 13, *t*). Für sehr dickwandige, noch lebende Zellen ist diese Stellung der Tüpfel-

---

Fig. 13. Längsschnitt aus dem Endosperm der Elfenbeinnuss (Phytelephas macrocarpa. Vergr. 240). *c* die verdickte Zellwand, deren Umriss gegen die benachbarten Zellen durch eine die Enden der Tüpfelcanäle (*t*) verbindende Linie erlangt wird.

Fig 14.

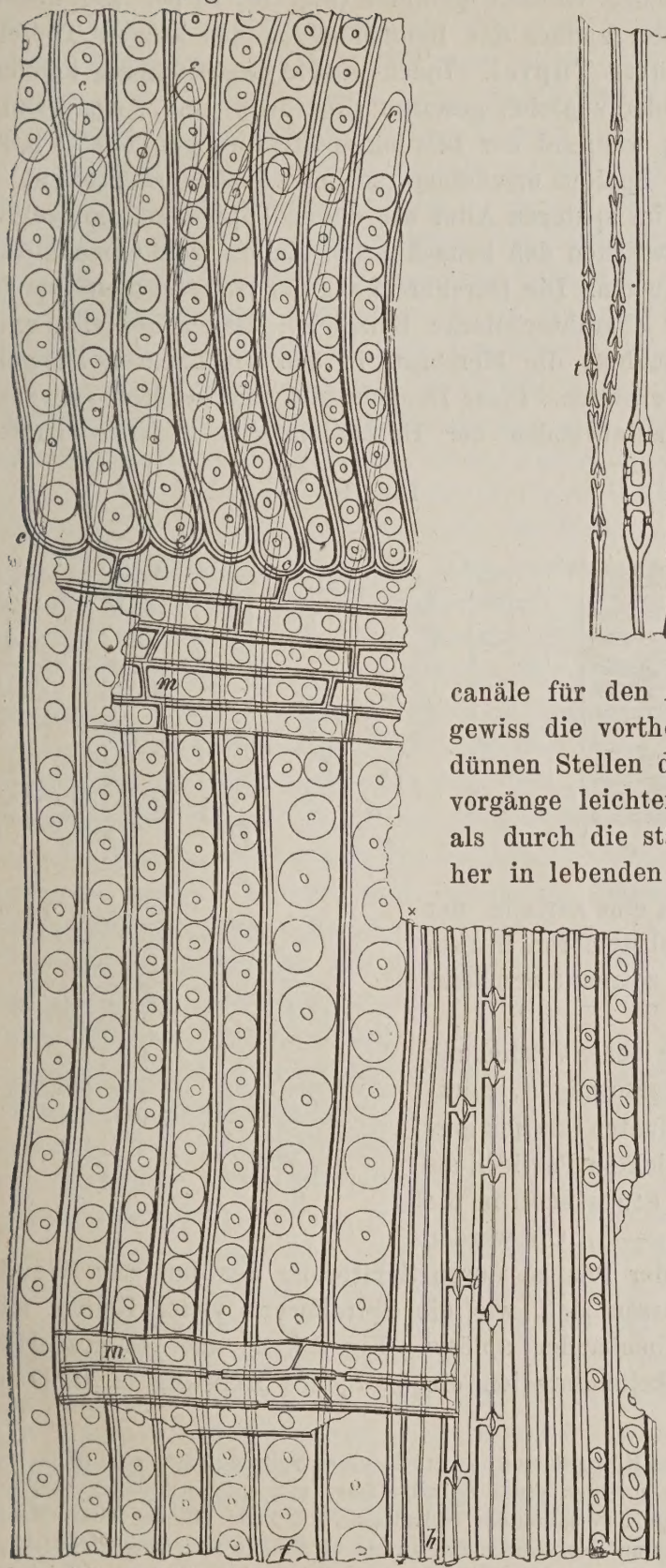
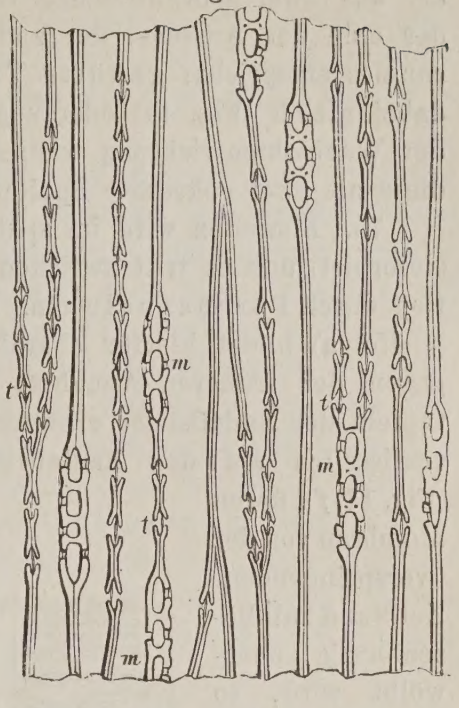


Fig. 15.



canäle für den Austausch der Nährstoffe gewiss die vortheilhafteste, da durch die dünnen Stellen der Wand die Diffusionsvorgänge leichter und rascher stattfinden als durch die stärkeren. Wir finden daher in lebenden Zellen das Plasma auch in den Tüpfelcanälen (Fig. 13).

Bei stärkerem Dickenwachsthum wird der Tüpfelcanal nach dem Innenraume der Zelle zu oft erweitert oder (in den meisten Fällen) verengt und durch die vorspringenden Verdickungsmassen überwölbt. Bei gewisser Einstellung des Mikroskopes und nicht zu dicker Wand erscheint dann der Tüpfel

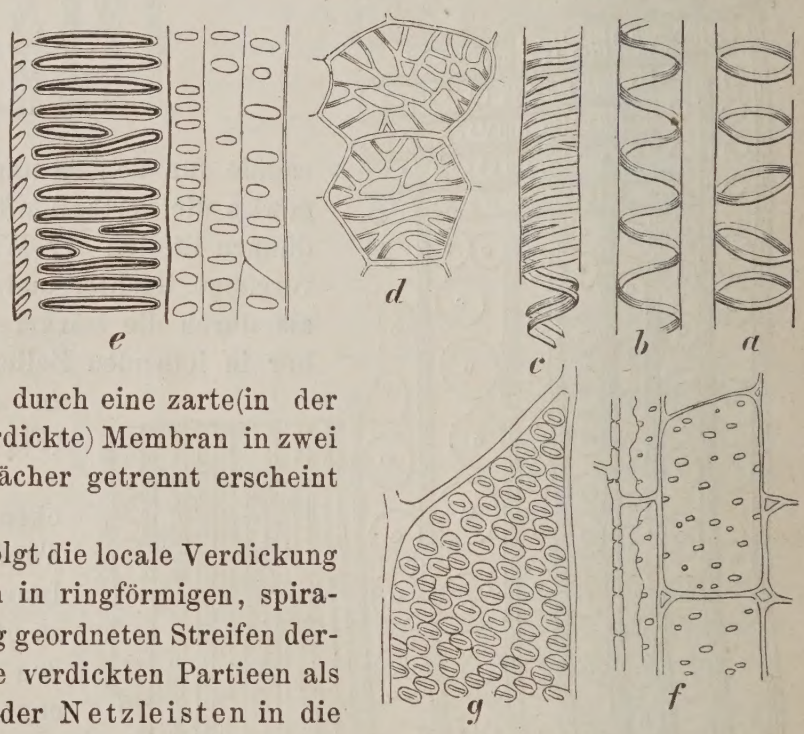
Fig. 14. Juniperus communis. Radialer Längsschnitt aus dem Holze an der Grenze × zweier Jahresringe (Vergr. 235). *f* Frühjahrsholz, *h* Herbstholz, *m* Makstrahlen, *t* Tüpfel, *c* Enden der ineinander greifenden Holzzellen.

Fig. 15. Juniperus communis. Tangentialschnitt des älteren Frühjahrsholzes (Vergr. 235). *m* Markstrahlen, *t* Tüpfel.

als aus zwei concentrischen Kreisen gebildet (Fig. 14, 16 *g*), von denen der eine der Aussen-, der andere der Innenmündung des kurzen Tüpfelcanales entspricht: gehöfte Tüpfel. Innen- und Aussenmündung können dabei gleich (Fig. 14) oder ungleich gestaltet (Fig. 16 *g*) sein. Aenderung der Wachsthumsrichtung während der Bildung spaltenförmiger Tüpfel lässt diese als zwei gekreuzte Spalten erscheinen (so bei manchen Holzzellen).

75. Bisweilen wird im späteren Alter die dünne Tüpfelmembran gelöst (resorbirt) und es tritt zwischen den benachbarten Zellen freie Communication durch Porencanäle ein. Die Durchbrechung der Gefäss-Scheidewände (§ 152 a) bietet hierfür charakteristische Beispiele. Dagegen bleibt entgegen der früheren Annahme die Membran in den sogenannten Doppeltüpfeln der Nadelhölzer erhalten. Diese Doppeltüpfel sind gehöfte, fast ausschliesslich auf den Radialwänden der Holzzellen sich findende Tüpfel (Fig. 14, *f*), deren Membran von der vorspringenden Zellwand halblinsenförmig überwölbt wird, so dass an den entsprechenden Stellen der Längsscheidewand benachbarter Holzzellen ein linsenförmiger Hohlraum durch eine zarte(in der Mitte bisweilen verdickte) Membran in zwei gleich gestaltete Fächer getrennt erscheint (Fig. 14, 15).

Fig. 16.



76. Häufig erfolgt die locale Verdickung der Zellwand auch in ringförmigen, spiraligen oder netzartig geordneten Streifen derselben, so dass die verdickten Partieen als Ring-, Spiral- oder Netzleisten in die Zelle vorragen (Fig. 16 *a*—*d*). Oft werden diese bereits innerhalb der Pflanze durch Zerstörung der dünneren Wandstellen frei, oder sie lassen sich, wie die Spiralfasern vieler Zellen, mit Leichtigkeit als Schraubenbänder ablösen (Fig. 16, *c*), oder es geschieht dies in gewissen Entwickelungsstadien eines Organes freiwillig (z. B. beim

Fig. 16. *a* Stück eines Ringgefässes. *b* Stück eines Spiralgefässes mit einfacher weitgewundener Spiralfaser. *c* Stück eines Spiralgefässes mit enggewundener, stellenweise verzweigter und doppelt verlaufender Spiralfaser. *d* Zwei Glieder eines Netzgefässes aus dem Stengelknoten der Garten-Balsamine. *e* Stücke von zwei getüpfelten Tracheïden aus dem Blattstiele von Alsophila australis, das links gelegene mit leiterförmiger Verdickung. *f* Einfach getüpfelte Zellen des Markes der Doldenstiele von Myrrhis odorata; links zwei Zellen angeschnitten und die kurzen Tüpfelcanäle im Durchschnitt zu sehen. *g* Stück eines Gefässes von Sassafras officinalis mit gehöften Tüpfeln.

Ausfallen der reifen Samen von Magnolia). Alle beschriebenen Verdickungen treten bald für sich allein, bald zu mehreren gleichzeitig auf. Die Holzzellen der Linde zeigen oft Tüpfel und Spiralfasern zugleich, beim Taxus ist dieses regelmässig der Fall. Auch Ring- und Spiralverdickungen etc. können in einer Zelle neben einander vorhanden sein.

Seltener sind eng umschriebene zapfen- oder höckerartige Vorsprünge auf der Innenfläche der Zellhaut, während diese an den meisten Stellen unverdickt bleibt (gewisse Wurzelhaare von Marchantia), oder gestielte trauben-, spindel- und keulenförmige, seltener hufeisenförmige oder unregelmässige Körper (Cystolithen, § 87), wie sie im Blattgewebe der Moreen (Ficus elastica) und im Rindengewebe der Acanthaceen häufig vorkommen, oder endlich einfache oder verzweigte Zellstofffäden und Balken, welche die Zellhöhlung nach verschiedenen Richtungen quer durchsetzen und beiderseits mit der Membran in Verbindung stehen (Caulerpa; Mark von Kerria, Ricinus).

77. Locales centrifugales Dickenwachsthum der Zellhaut findet nur bei frei vegetirenden einzelligen Organismen (manchen Algen) oder bei vielzelligen Pflanzen an Zellen statt, welche oberflächlich liegen oder an innere Hohlräume des Pflanzengewebes grenzen oder sich auf gewissen Entwickelungsstufen aus dem Gewebeverbande lösen. Die Verdickungen können hier auf der Aussenfläche der Membran in Form mannigfaltig gestalteter Warzen, Stacheln, Leisten, Kämme u. s. w. auftreten (Blüthenstaub, Sporen, Cuticularleisten der Oberhautzellen etc.). In den Intercellularräumen vieler Farnkräuter spannen sich derartige Verdickungen oft wie zarte Fäden zwischen den gegenüberstehenden Zellwänden aus.

78. Dass die Substanz der Zellhaut (die Cellulose) von dem Protoplasma ausgeschieden wird, beweist die Umhüllung nackter oder Primordialzellen (z. B. der Schwärmzellen von Algen) mit einer Cellulosemembran. In welcher Form aber die Cellulose vor ihrer Ausscheidung im Plasma enthalten ist, ist unbekannt (vgl. jedoch § 118). Auch die für das Flächen- und Dickenwachsthum nöthige Cellulose ist ein Product des lebenden Protoplasmas, das wohl in der gesammten Masse desselben zur Bildung gelangen kann, auch wenn es später nur an bestimmten Punkten der Membran abgesetzt wird. Die Zellwand kann daher auch nur so lange wachsen, als sie überhaupt mit dem Protoplasma in inniger Berührung steht. In einzelnen bestimmten Fällen erfolgt die Verdickung der Zellhaut dadurch, dass auf die bereits vorhandene Membran Plasmamassen gleichsam niedergeschlagen werden und unter charakteristischen aber in ihren chemischen Vorgängen unbekannten Veränderungen eine bald derbe, bald weiche neue Membranschicht bilden, wie dies bei Entstehung der Aussenhaut der Eisporen der Peronosporeen und der Makrosporen der Marsiliaceen und Salviniaceen beobachtet wird. Diesem als Apposition bezeichneten, früher auf das Dickenwachsthum pflanzlicher Membranen allgemein übertragenen Vorgange haben einzelne Forscher neuerdings wieder weitere Verbreitung nachzuweisen versucht, ohne jedoch der Theorie Nägeli's wesentlichen Abbruch zu thun. Letztere lässt sich dahin zusammenfassen, dass das Dicken- wie Flächenwachsthum vorzüglich durch Einlagerung (Intussusception) neuer Cellulose-Micelle in die Micellarinterstitien der bereits vorhan-

denen erfolgt. Je nachdem diese Einlagerung vorwiegend in der Richtung der Fläche oder der Dicke stattfindet, herrscht entweder Flächen- oder Dickenwachsthum vor.

79. Die Annahme der Zusammensetzung der Zellhaut (und der ähnlich organisirten Stärkekörner) aus krystallinischen, doppelt-lichtbrechenden Micellen (früher als Moleküle bezeichnet) ergiebt sich mit Sicherheit schon aus dem Verhalten der Zellenmembranen gegen polarisirtes Licht. Jedes Micell denken wir uns wieder aus Molekülen (= den früheren Atomen) zusammengesetzt und für Wasser nicht durchdringbar, aber von einer Wasserhülle (Imbibitionswasser) umgeben, die sich durch Zutritt neuen Wassers vergrössern, durch Verdunstung desselben verkleinern kann. Gänzlicher Wasserverlust würde vollständiges Aneinanderrücken der Micelle zur Folge haben, die daher, da Vorhandensein von Luft zwischen ihnen wegen bleibender Durchsichtigkeit der Membran ausgeschlossen ist, genau ineinander greifen müssen. Wasseraufnahme wird die Micelle von einander entfernen. Bei Annahme gleich dicker Wasserhüllen für sämmtliche Zellstoffmicellen wird ferner mit Zunahme der Grösse des einzelnen Micells die Masse an fester Substanz, mithin die Dichtigkeit der Membran zunehmen.

Bei der Einlagerung neuen Zellstoffes in die Membran können nun die bereits vorhandenen Cellulosemicelle derselben durch Auflagerung (Apposition) neuer Moleküle vergrössert und damit Flächen- wie Dickenzunahme der Membran bewirkt werden. Wahrscheinlicher ist es, dass in den Micellarinterstitien aus der eingedrungenen Ernährungsflüssigkeit sich neue Zellstoffmicelle bilden, welche wachsend die vorhandenen älteren Micelle auseinander drängen und somit das Volumen der Zellhaut vergrössern, oder dass beide Vorgänge gleichzeitig an verschiedenen Punkten stattfinden, wobei auch mehrere Micelle zu zusammengesetzten Micellen (wie einfache Krystalle zu einer Krystalldruse) verwachsen können.

80. Mit dem Wachsthum der Zellhaut durch Intussusception gehen andere Erscheinungen im späteren Bau derselben Hand in Hand. Zunächst finden wir bei stärkerem Dickenwachsthum die Membran gewöhnlich aus concentrisch gelagerten, abwechselnd stärker und schwächer lichtbrechenden Schichten oder Lamellen zusammengegesetzt: Schichtung der Zellhaut (Fig. 12, S. 35). Die stärker lichtbrechenden Lamellen sind reicher an Zellstoff, ärmer an Wasser, also dichter als die weniger stark das Licht brechenden, welche mehr Wasser und weniger Zellstoff führen. Je wasserreicher eine solche Lamelle ist, um so dicker sind die Wasserhüllen, um so kleiner die Micelle fester Substanz. Die innerste Lamelle der Zellhaut ist dabei stets eine dichte Schicht, was allein schon die Annahme eines Dickenwachsthums durch Apposition unmöglich macht. Reichliche Zuführung wie Entziehung des Wassers ändern den Schichtenwechsel bis zum völligen Verschwinden dadurch, dass die wasserarmen Lamellen in einem Falle durch stärkere Wassereinlagerung, d. h. durch Vergrösserung der Wasserhüllen der Micelle wasserreicher, im anderen Falle die wasserreicheren Schichten durch Verkleinerung der Wasserhüllen wasserärmer werden, im Grade der Lichtbrechung in beiden Fällen also eine Annäherung der Schichten stattfindet.

81. Auf gleichen Erscheinungen wie die Schichtung beruht auch die Streifung der Membran, bei welcher die wasserarmen und wasserreichen Stellen der Zellhaut in ring- oder spiralförmiger Anordnung in der Richtung der Fläche auftreten. Die Holz- und Bastzellen verschiedener Pflanzen bieten hierfür schöne Beispiele (Nadelhölzer — bei denen die Streifung der Holzzellen durch Austrocknen derselben in Folge des Einsinkens der weichen Partieen noch deutlicher hervortritt — Apocyneen etc.). Die durch die ganze Dicke der Zellwand oder einer Wandschicht gehenden Streifen sind gewöhnlich in zwei sich kreuzenden Systemen vorhanden, und nehmen wir zur Streifung der Membran noch eine gleichzeitige Schichtung, so wird die Zellhaut dadurch in zahlreiche prismatische Stücke ungleichen Wassergehaltes gegliedert (Gallertschichten der Macrosporen von Marsilia und Pilularia). Die Vermehrung der Schichtung und Streifung beruht auf Bildung wasserreicher Substanz inmitten der dichten Partieen, also auf Spaltung je einer dichten Lamelle in zwei dichte durch Einlagerung einer weniger dichten.

82. Auch die Quellung der Zellhaut ist auf Einlagerung von Wasser zurückzuführen. Sie kann so erfolgen, dass die Molecularstructur der Membran dabei wesentlich nicht verändert wird, die letztere daher nach Entfernung des Quellungsmittels ihr früheres Volumen wieder annimmt: Quellung in reinem oder schwach angesäuertem oder alkalischem Wasser; oder aber es wirkt das Quellungsmittel (stärkere Säuren und Alkalien, Kupferoxyd-Ammoniak) so, dass (vielleicht in Folge der Zertrümmerung der Micelle) die gequollene Membran nach Auswaschen in reinem Wasser sich nicht wieder auf ihr früheres Volumen zusammenzieht oder dass sie gänzlich gelöst wird. Sehr schön tritt Quellung bei verschleimten oder sogenannten Gallertmembranen auf Zusatz von Wasser hervor. Die Oberhautzellen von Quitten- und Leinsamen, der Samen von Plantago Psyllium, Collomia grandiflora etc., die Zellhäute der Fucaceen, mancher einzelligen Algen (Gloeocystis, Gloeocaspa) u. s. w. bieten hierfür Beispiele. In den ersteren Fällen werden durch die stark quellenden inneren Schleimschichten der Membran die äusseren nicht quellungsfähigen Lamellen der letzteren sogar mit grosser Kraft gesprengt. Trocken zeigen derartige Membranschichten mehr oder weniger hornartige Beschaffenheit; gequollen verringert sich die Cohäsion derselben bis zum Aufhören der Membranstructur um so mehr, je grösser die Wassereinlagerung ist.

83. Die jugendliche Zellenmembran besteht, wie bereits im § 70 erwähnt wurde, aus reiner Cellulose. Sie färbt sich mit Jod und nachfolgender Schwefelsäure oder mit Chlorzinkjod-Lösung blau und löst sich in concentrirter Schwefelsäure und in Kupferoxydammoniak. Jod allein bewirkt in gewöhnlichen Cellulosemembranen keine oder gelbe oder bräunliche Färbung, dagegen bei den Sporenschläuchen zahlreicher Schlauchpilze, den Zellwänden der Samenlappen von Tamarindus indica etc. für sich allein schon Blaufärbung (sogenannte Stärkemembranen). Die Zellmembranen der meisten Pilze (den oben erwähnten Fall ausgenommen) zeigen nicht die charakteristische Jodreaction und sind in Kupferoxydammoniak unlöslich (sogenannte Pilzcellulose).

Mit dem Alter der Membran, besonders beim beginnenden stärkeren

Dickenwachsthum treten in derselben aber häufig Veränderungen auf, welche durch Einlagerung fremder (organischer und anorganischer) Stoffe bedingt werden, die den physikalischen wie chemischen Charakter der Zellhaut wesentlich beeinflussen. Da in den meisten Fällen nur gewisse äussere oder innere Partieen der Membran von solchen Einlagerungen betroffen werden, so veranlassen letztere eine ähnliche Schichtung der Zellhaut, wie die ungleiche Vertheilung des Wassers: sie führen zur Bildung concentrisch gelagerter Schalen verschiedenen physikalischen und chemischen Charakters und ungleicher Lichtbrechung, die in den verschiedensten Geweben in mannigfacher Abstufung auftreten, sich aber auf drei Grundformen zurückführen lassen.

84. Einmal werden gewisse Zellhautschichten in eine bis zu einem gewissen Grade dehnbare, elastische, von Wasser nicht oder schwer durchdringbare, nicht quellende Subsanz umgewandelt: Cuticularisirung oder Verkorkung durch Bildung von Cutin, resp. Suberin. Diese findet statt in den äussersten Zellhautschichten der Oberhaut (Cuticula und cuticularisirte Schichten, § 131), den trennenden Mittellamellen einer grossen Anzahl von Gewebezellen (Intercellularsubstanz, § 125), den Membranen der Korkzellen (§ 154), sowie den Aussenzellhäuten der Pollenkörner (Exine) und Sporen (Exo- resp. Episporium). Mit Jod und Schwefelsäure tritt in diesen Membranschichten keine Blaufärbung mehr ein (nur Gelb- und Braunfärbung oder bei geringerem Grade der Cuticularisirung ein schmutziges Grün oder Braungrün etc.); von Kupferoxydammoniak und concentrirter Schwefelsäure werden dieselben nicht mehr gelöst, dagegen oft in concentrirter kochender Kalilauge, sowie in einem Gemisch von Salpetersäure und chlorsaurem Kali (Schulze'sche Mischung).

Für die Verholzung von Membranschichten sind gesteigerte Härte, verminderte Dehnbarkeit und leichte Durchdringbarkeit für Wasser ohne bedeutende Quellung die charakteristischen Merkmale (Holzzellen, Sclerenchymzellen etc.). In ihrem Verhalten gegen Jod und Schwefelsäure sind sie cuticularisirten Membranen ähnlich. Concentrirte Schwefelsäure bewirkt meistens Lösung, Kupferoxydammoniak Quellung. Das die Verholzung bewirkende Lignin bedingt die Gelbfärbung der betreffenden Membranen mit schwefelsaurem Anilin, während mit Phloroglucin und nachfolgender Salzsäure rothviolette Färbung eintritt.

85. Durch die Verschleimung erhält die Membran die Fähigkeit, grosse Mengen von Wasser aufzunehmen und damit gallertartig unter bedeutender Vergrösserung ihres Volumens zu quellen. Hierher gehören die schon im § 82 herangezogenen Fälle. Als eine krankhafte, die Desorganisation ganzer Gewebe bedingende Erscheinung schliesst sich hier ferner die Bildung von Gummi an. Die bei derselben betheiligten Gewebe sind bei verschiedenen Gewächsen verschiedene und auch bei einer und derselben Art nicht immer bestimmte. Im Stamme von Prunus avium entsteht das Kirschgummi bald durch Umwandlung der Gefässwände, bald in Folge der Bildung massigen, seine Zellwände später in Gummi umsetzenden Holzparenchyms; oder das normale Holzparenchym oder das Cambium, in den weitaus meisten Fällen aber der Bast sind die Bildungsheerde des Gummi. Hier

beginnen die Zellwände zu quellen. Ihr reiner Zellstoff erleidet Veränderungen der Art, dass die Fähigkeit, sich mit Jod und Schwefelsäure blau zu färben, verschwindet, seine Substanz aber zunächst noch unlöslich ist, im Wasser nur quillt und dass in diesem Stadium auch noch eine gewisse Structur der Membranen sichtbar bleibt. Später nimmt die Quellungsfähigkeit im Wasser zu und ein Theil wird sogar in diesem löslich, wenn die Umwandlung vollständiger stattfindet. Das Kirschgummi dringt dann in Folge seiner Volumenvergrösserung an die Oberfläche des Stammes, wenn ihm Wege nach aussen geöffnet werden, oder die an Stelle des zerstörten Gewebes tretenden Drusen desselben werden im natürlichen Verlaufe der Vegetation durch Abstossen der Borke bloss gelegt. In ähnlicher Weise entsteht durch Desorganisation der Zellwände das Gummi arabicum in den Stämmen gewisser Acacia-Arten, der Traganth aus dem Marke und den Markstrahlen von Arten der Gattung Astragalus. Je nach der Vollständigkeit der Umwandlung und der endlichen chemischen Zusammensetzung unterscheidet man dabei das in Wasser zu einem klebenden Schleime lösliche Arabin (Verbindung von Arabinsäure mit Kalk: — Gummi arabicum), das im Wasser nur zu Gallerte quellende Cerasin (Verbindung von Metagummisäure mit Kalk: — Kirschgummi) und das gleichfalls nur quellende Bassorin (reines Kohlehydrat: — Traganth, der unter dem Mikroskope noch deutliche Zellenstructur und Einschlüsse von Stärkekörnern aus den Markzellen zeigt).

86. An einer und derselben Membran können derartige Processe in verschiedenen Schichten neben einander auftreten. Aeussere Schichten können verholzen und innere verschleimen (Holz vieler Papilionaceen) oder umgekehrt können äussere Lamellen starke Quellung zeigen und innere nicht (Zellen der Fucaceen und des Endosperms von Gleditschia und Ceratonia); oder es tritt Cuticularisirung und Verschleimung ein (die im § 82 erwähnten Fälle von Samen). Meistens bleibt auch bei Cuticularisirung äusserer Schichten der Zellhaut eine innere dickere oder dünnere Lamelle reine Cellulose (Holzzellen, Oberhautzellen u. s. w.). Ebenso findet Schichten- und Schalenbildung häufig gleichzeitig in derselben Membran statt. Häufig bewirken Farbstoffe eine gleichzeitige Färbung der einzelnen, namentlich der cuticularisirten Schalen. — Durch vorsichtige Behandlung mit verschiedenen Reagentien, welche die Molecularstructur derartiger Membranen nicht zerstören, lassen sich letztere in der Regel wieder in den Zustand zurückführen, dass sie Cellulosereaction zeigen. Einwirkung von Salpetersäure (Holzzellen) oder Kochen mit Kali (Kork) genügen oft allein schon diesem Zwecke.

87. Einlagerung unverbrennlicher Substanzen (Aschenbestandtheile) finden sich in den meisten Zellhäuten, oft schon in sehr früher Zeit. Kalk und Kieselerde sind die häufigsten derselben. Der kohlensaure Kalk tritt bald in mikroskopisch nicht mehr wahrnehmbaren krystallinischen Einlagerungen auf (Cystolithen bei Moreen und Acanthaceen — § 76), oder in mikroskopisch sichtbaren Körnchen (Corallineen unter den Algen), oder in einer homogen mit den Membrantheilen vereinigten Masse, welche die optischen Eigenschaften derselben nicht stört. In diesem Falle bleibt er bei einigermaassen reicherer Menge oft nach Verbrennung der organischen Substanz als ein Aschenskelett zurück, wobei es jedoch fraglich ist,

ob er nicht in manchen Fällen erst als Verbrennungsproduct aus anderen Kalksalzen sich bildet. Kenntlich ist der kohlensaure Kalk an seiner unter Gasentwickelung stattfindenden Löslichkeit in Essigsäure, sowie die Bildung von Gypsnadeln bei Lösung in Schwefelsäure das Calciumoxyd verräth. Von den erwähnten Cystolithen bleibt nach Lösung des Kalksalzes ein concentrische Schichtung und radiale Streifung (§§ 80, 81) zeigendes Celluloseskelet übrig, welches das Licht polarisirt, daher mit Ursache der Polarisationserscheinungen an unverletzten Traubenkörpern ist. — Oxalsaurer Kalk kommt in sichtbaren Körnchen in den Membranen vieler Pilze und Flechten, Gymnospermen, dann bei Mesembryanthemum- und Sempervium-Arten vor. Bei Dracaena und manchen Gymnospermen (am schönsten bei Welwitschia) findet er sich oft in grossen Krystallen der Zellhaut eingelagert, und im Marke von Kerria und Ricinus liegen Krystalldrusen in Zellstofffäden, welche die Zellhöhlung durchsetzen (§ 76). In Form von Körnchen der Membran aufgelagert findet man ihn bei vielen Flechten und Pilzen und in Gestalt von Sphärokrystallen (§ 104) in den Hyphenauftreibungen von Phallus caninus. Er ist in Essigsäure und Oxalsäure unlöslich, wird von Mineralsäuren ohne Gasentwickelung gelöst und durch Glühen in kohlensauren Kalk übergeführt. Vgl. auch § 108.

88. Kieselerde ist als Einlagerung in pflanzlichen Membranen nicht selten. Sie findet sich in den Zellwänden der Diatomaceen, in den Oberhautzellen vieler höheren Pflanzen, doch auch im Inneren der Gewebe (Blätter der Buche, des Schilfrohres u. s. w.). Wo sie in sehr grossen Mengen in der Membran auftritt (Diatomaceen, Oberhaut der Schachtelhalme), bleibt sie nach Zerstörung der organischen Substanz der Wand (durch Fäulniss, oder durch Glühen für sich allein oder mit Schwefelsäure) als ein Kieselskelet zurück, das alle Structureigenthümlichkeiten der lebenden Zellhaut zeigt. Die als Kieselguhr, Bergmehl, Tripel u. s. w. bezeichneten Lager der Erdrinde bestehen zum grössten Theile aus den Kieselskeleten von Diatomaceen. Andererseits wird die Kieselerde durch Flusssäure unter Zurücklassung eines Skeletes organischer Substanz der Membran entzogen.

89. Die Art der Einlagerung fremdartiger Substanzen in die Zellhaut lässt sich in den in §§ 83—88 geschilderten Fällen in zweifacher Weise denken. Entweder sind die Micelle der verschiedenen Substanzen (Cellulose und fremde Einlagerungen) von nicht sehr verschiedener Grösse und Anordnung, so dass sie in ihrer gegenseitigen Lagerung sich beispielsweise wie die Steine eines Mauerwerkes zu einander verhalten können; oder die regelmässige Form und Anordnung beschränkt sich nur auf die Micelle der Cellulose, während die Micelle der eingelagerten fremden Substanzen unregelmässig in den Micellarinterstitien vertheilt sind und die Micelle der Cellulose umgeben, wie etwa der Mörtel in einem Mauerwerk die Steine des letzteren. Die Annahme, dass in der älteren Membran das einzelne Micell selbst aus Molekülen verschiedener Substanzen zusammengesetzt sei, ist mit der Krystallnatur desselben nicht zu vereinigen.

4. Das Chlorophyll und verwandte Farbstoffe.

90. Das Chlorophyll oder Blattgrün, welches die grüne Färbung gewisser Organe der Pflanze, besonders der Blätter bedingt, ist immer an das Protoplasma gebunden, gewöhnlich an geformte Theile desselben, die im Gegensatze zu dem eigentlichen eingelagerten Farbstoffe als Chlorophyllkörper bezeichnet werden können. Nur selten, z. B. bei manchen niederen Algen (Pleurococcus etc.), ist der ganze Plasmaleib der Zelle mit Ausnahme seiner Hautschicht grün gefärbt. Bei anderen Algen sind es sternartige (Zygnema) oder plattenförmige (Mesocarpus, Closterium) oder spiralig gewundene bandartige (Spirogyra) Theile des Protoplasmas, welche die grüne Färbung zeigen. In den Zellen der meisten Pflanzen jedoch treten die Chlorophyllkörper als rundliche, kleinere oder grössere Körner auf (S. 30, Fig. 9 B), die dem Plasma eingebettet sind und als Chlorophyllkörner bezeichnet werden. Diese lassen an ihrem Umfange bisweilen eine dichtere Schicht (Hautschicht), in ihrem Inneren manchmal Vacuolen erkennen, selten zeigen sie auch eine Sonderung in sich kreuzende Lamellen verschiedener Dichtigkeit (Bryopsis). In ihrem Verhalten gegen chemische Reagentien stimmen sie nach Entfernung des Farbstoffes in allen Punkten mit dem Protoplasma überein.

91. In der jugendlichen Zelle entstehen die Chlorophyllkörner in der Weise, dass sich an einzelnen Stellen im Protoplasma Plasmamicelle um gegebene Bildungspunkte zu scharf umschriebenen, sphärischen Massen absondern, die in Folge anderer Dichtigkeitsverhältnisse im farblosen Plasma sichtbar werden und selber entweder zuerst farblos oder gelblich sind, um erst später zu ergrünen, oder aber sofort bei ihrer Entstehung (Samenlappen der Nadelhölzer, Farne) den Chlorophyllfarbstoff in sich ausbilden. In einzelnen Fällen ist das grün gefärbte Protoplasma zuerst in wolkigen Massen um den Zellkern gelagert (keimende Sporen von Farnen) oder das ganze Plasma grün gefärbt (Keimlinge von Vicia Faba u. a.) und es differenzirt sich erst später in eine farblose Grundmasse und Chlorophyllkörner.

Die Chlorophyllkörner wachsen durch Einlagerung, um sich dann durch Theilung zu vermehren. Letztere erfolgt so, dass sich senkrecht zum grössten Durchmesser des Kornes eine Ringfurche bildet, die tiefer werdend zuletzt dasselbe in zwei Hälften auseinander schnürt. Gute Beispiele dafür liefern die Blätter von Isoëtes, die Vorkeime von Moosen, Farnen u. s. w. Bei reicher Vermehrung rücken die Chlorophyllkörner einer Zelle schliesslich oft so dicht zusammen, dass sie durch gegenseitigen Druck polyëdrische Gestalt annehmen.

92. Der Chlorophyllfarbstoff lässt sich durch Aether, Alkohol etc. aus den Chlorophyllkörpern ausziehen, zo dass diese als geformte, farblose Plasmakörper zurückbleiben. Die je nach dem Concentrationsgrade und der verwendeten Pflanze heller oder dunkler grüne Lösung des Farbstoffes zeigt tief blutrothe Fluorescenz und wird unter Einwirkung des Lichtes bald missfarbig bis farblos. Bei genügender Concentration lässt ihr Spectrum sieben Absorptionsstreifen erkennen, von denen die vier ersten in der schwächer brechbaren Hälfte bis zum Gelbgrün liegen und namentlich das erste Absorptionsband im Roth besonders kräftig und scharf begrenzt ist. Die oft

betonte Annahme zweier das Chlorophyll zusammensetzenden Farbstoffe eines blaugrünen (in Benzol) und gelben (in Alkohol löslichen) Farbstoffes ist nicht sicher erwiesen, vielmehr beruht die scheinbare Zerlegung wahrscheinlich auf Zersetzungserscheinungen im Chlorophyll bei Gegenwart von Wasser während Behandlung alkoholischer Lösung mit Benzol. Gewisse andere im Plasma häufig vorkommende Farbstoffe sind wohl nur Chlorophyllmodificationen, wie die aus dem gewöhnlichen Chlorophyll oft hervorgehenden abweichenden Farbenänderungen auch. Alle stimmen in ihren Spectren derart überein, dass zwar im rascheren oder langsameren Anwachsen der Absorption in den einzelnen Absorptionsbändern, wie in geringen Verschiebungen der letzteren, Unterschiede sich geltend machen, die für die jedesmalige Chlorophyllmodification charakteristisch sind, dass aber die Maxima und Minima der Absorption an denselben Stellen auftreten.

93. Die wichtigsten Chlorophyllmodificationen sind: das Etiolin, der bei im Finstern keimenden oder wachsenden Pflanzen sich bildende gelbe Farbstoff der Chlorophyllkörper; — das Anthoxanthin, der gelbe, an Plasmakörper gebundene Farbstoff gelber Blüthen; — das Xanthophyll, welches in Form gelber Körnchen im Herbste nach der Entgrünung der Blätter durch Lösung der Chlorophyllkörner in den Zellen zurückbleibt und den herbstlichen Blättern die gelbe Färbung ertheilt. — Es gehören ferner hierher die rothen und gelben Farbstoffe, in welche sich das Chlorophyll reifender, zuerst grün gefärbter Früchte (z. B. von Lycium, manchen Solanum-Arten u. s. w.) oder gewisser Blumenkronen vor dem Aufblühen verwandelt. In den letzteren Fällen werden dabei oft die sich roth oder gelb färbenden Chlorophyllkörner unter Ablagerung des Farbstoffes auf eine oder mehrere Seiten des Kornes durch Bildung von Vacuolen zerrissen und in spindelförmige oder eckige Farbstoffkörper ungeformt.

94. Die Entstehung des typischen Chlorophyllfarbstoffes ist von verschiedenen Umständen abhängig. Derselbe bildet sich nur bei wenigen Pflanzen im Finstern aus (bei Keimpflanzen vieler Nadelhölzer, bei den meisten Farnkräutern), wobei jedoch die einzelnen Chlorophyllkörner (bei Farnen z. B.) nicht die durchschnittliche Grösse wie bei einer im Lichte wachsenden gleichen Pflanze erreichen. Die Einwirkung des Lichtes ist für die Ergrünung nothwendig, und letztere nimmt im Allgemeinen mit der Intensität des Lichtes zu. Auf der anderen Seite wird der Chlorophyllfarbstoff der lebenden Zelle durch ein Licht zu hoher Intensität (concentrirtes Sonnenlicht) in kurzer Zeit vollständig zerstört. Ferner hat jede Pflanze eine bestimmte Wärme zur Ausbildung des Chlorophyllfarbstoffes nöthig, die z. B. für Mais und Schminkbohne zwischen + 6 und 15, für Raps oberhalb 6° C. liegt. Auch die Anwesenheit einer wenn auch nur geringen Menge von Eisen unter den Nährstoffen spielt eine bedeutende Rolle. Keimpflanzen, welche in eisenfreien Nährlösungen gezogen werden, entwickeln nur so lange grüne Blätter, als der Eisengehalt der Reservenährstoffe ihrer Samenlappen oder des Endosperms reicht. Alle späteren Blätter werden bleich (chlorotisch), ergrünen aber, wenn der Wurzel Eisen als Nährlösung zugeführt wird.

95. Für das Leben der Pflanze ist das Chlorophyll dadurch von grösster Bedeutung, dass dieses allein im Stande ist, durch Zerlegung der atmosphä-

rischen Kohlensäure den für die Ernährung unbedingt nothwendigen Kohlenstoff zu schaffen, der unter gleichzeitiger Gewinnung des Wasserstoffes durch Zersetzung eines Theiles des in die chlorophyllhaltigen Zellen tretenden Wassers zur Bildung organischer Verbindungen verwendet wird. Wie die Entstehung des Chlorophylls selbst, so findet auch dieser als Assimilation bezeichnete Vorgang nur unter Einwirkung des Lichtes statt. Der dabei frei werdende Sauerstoff wird von den assimilirenden Organen zum grössten Theile wieder ausgeschieden; ein Theil der nicht sofort an Ort und Stelle verwertheten Assimilationsproducte wird in löslicher Form (Zucker) entfernteren Organen zugeleitet, wo derselbe entweder als Baumaterial sofortige Verwendung findet oder in Reservestoffbehältern in grösserer Menge (als Stärke, Zucker, Inulin, Fett) aufgespeichert wird. Ein Theil der Assimilationsproducte tritt aber auch in den assimilirenden Chlorophyllkörpern in Form von Fetttropfen oder Stärkekörnern auf. Besonders ist die Stärke in den Chlorophyllkörnern eine gewöhnliche Erscheinung, indem sie bald als einzelnes Korn, bald in mehr oder minder zahlreichen Körnern in ihnen gebildet wird. Anfangs klein und kaum sichtbar, wachsen letztere später oft so heran, dass sie die weiche Substanz des Chlorophyllkornes blasenförmig so weit ausdehnen, dass dieselbe manchmal nur noch wie ein dünner, eben wahrnehmbarer Ueberzug die Stärkeeinschlüsse umhüllt. Vgl. § 97 und Abschnitt über Assimilation.

96. Chlorophyllfreie Pflanzen sind nie im Stande zu assimiliren. Sie müssen als Schmarotzer (Parasiten) lebenden chlorophyllhaltigen Pflanzen Kohlenstoffverbindungen entziehen (viele Pilze, Cuscuta, Orobanche etc.), oder als Fäulnissbewohner (Saprophyten) solche aus bereits in Zersetzung befindlichen organischen Substanzen nehmen (viele Pilze, Monotropa, Neottia u. s. w.). Doch finden sich unter anscheinend chlorophyllfreien Pflanzen einzelne, welche eine geringe Menge (Coralliorrhiza) oder selbst ziemliche Quantitäten (Neottia) von Chlorophyll besitzen, das jedoch durch andere Farbstoffe verdeckt wird und für eine genügende Assimilation nicht ausreicht. Ebenso haben gewisse Parasiten (Viscum, Rhinanthaceen, Santalaceen) oft reichliches Chlorophyll. (Vgl. den Abschnitt „Stoffwechsel und Stoffwanderung".)

5. Die Stärke.

97. Die Entstehung der Stärke ist unter allen Umständen an das Protoplasma gebunden und ihr Wachsthum hört auf, sowie sie mit dem Plasma nicht mehr in Berührung steht. Dass sie als ein Assimilationsproduct im Chlorophyll auftritt, wurde im § 95 angedeutet. Sie kann aber auch als Product des Stoffwechsels in chlorophyllfreien Zellen erscheinen, wird indessen auch in diesem Falle oft von besonderen plasmatischen, aus dem übrigen Plasma wie Chlorophyllkörner sich absondernden (§ 91), farblosen oder schwach gelb gefärbten Körpern, den Stärkebildnern erzeugt. Letztere können sich unter dem Einflusse des Lichtes in den meisten Fällen in Chlorophyllkörner umwandeln, wobei ihre Stärkeeinschlüsse gelöst werden (im Lichte ergrünende Kartoffelknollen).

Die Stärke erscheint stets in Körnern von verschiedener Gestalt (eirund: Kartoffel — linsenförmig: Weizen, Roggen — polyëdrisch: Mais — knochen-

förmig: tropische Euphorbia-Arten — etc.), welche sich durch einen charakteristischen geschichteten Bau auszeichnen. Das einzelne Stärkekorn zeigt Lamellen verschiedenen Wassergehaltes und deshalb verschiedener Dichtigkeit und Lichtbrechung. Diese Lamellen sind so geordnet, dass um einen wasserreichen Kern eine dichtere, wasserärmere Lamelle, um diese wieder eine wasserreiche, um diese eine wasserarme Schicht gelagert ist und so fort in der Weise, dass als äusserste Lamelle stets eine dichte auftritt (Fig. 17). Neben dieser sprungweisen Aenderung des Wassergehaltes nimmt letzterer auch nach dem Inneren des Kornes derart zu, dass innere dichte wie weiche Schichten noch wasserreicher sind als äussere dichte oder weiche, und dass der Kern der wasserreichste Theil des ganzen Kornes überhaupt ist, was aus den bei Bildung von Trockenrissen sich zeigenden Cohäsionsverhältnissen hervorgeht.

98. Das über die Molecularstructur der Zellhaut (§ 79) Gesagte gilt auch für das Stärkekorn, und wie die Zellhaut, so wächst auch dieses durch Einlagerung neuer Stärkemicelle, nicht durch Auflagerung derselben. Wäre Letzteres der Fall, so müssten sich Stärkekörner mit äusserster wasserreicher Schicht finden und ferner dürfte der Kern, falls er das ursprüngliche, jugendliche Stärkekorn darstellt, nicht aus wasserreicher Substanz bestehen, da die jüngsten Stärkekörner stets nur aus dichter Substanz gebildet werden. In einem solchen jugendlichen Stärkekorne tritt durch Einlagerung wasserreicher Substanz zuerst ein wasserreicher, weniger dichter Kern auf, der also von einer dichten Schicht umhüllt wird. Letztere spaltet sich während ihres Dickenwachsthums durch in ihrer Mitte erfolgende Bildung wasserreicher Stärkesubstanz in zwei dichte Lamellen, die nun durch eine weniger dichte getrennt sind. In jeder dieser dichten Lamellen kann sich derselbe Vorgang oftmals wiederholen; es kann aber auch durch Bildung dichter Substanz im Inneren einer wasserreichen Schicht diese in zwei wasserreiche, durch eine zwischengelagerte wasserärmere Schicht getrennte Lamellen sich spalten. Da die Einlagerung neuer Micelle gewöhnlich nicht allseitig gleichmässig erfolgt, so nimmt das zuerst fast kugelige Stärkekorn später verschiedene Formen an, wobei der Kern entweder cen-

Fig. 17. Fig. 18.

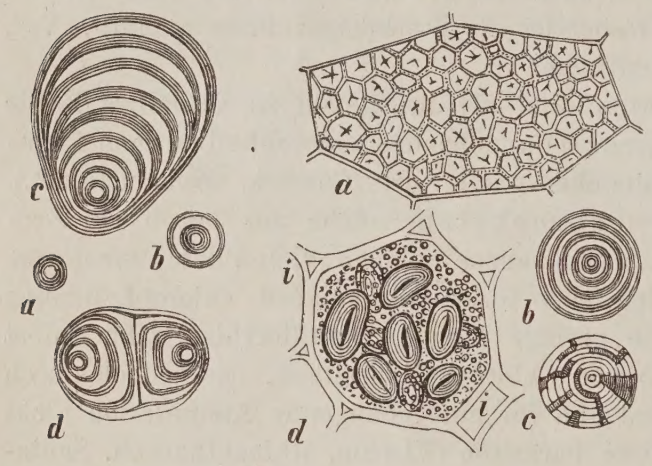


Fig. 17. Stärkekörner aus der Kartoffelknolle; *a* und *b* junge Körner, *c* älteres einfaches, *d* halb-zusammengesetztes Korn. (Vergr. 700.)

Fig. 18. *a* Zelle aus dem Endosperm des Mais mit polyëdrischen Stärkekörnern (Vergr. 240). *b* Stärkekorn des Roggens (Vergr. 700); *c* solches aus keimendem Roggen. *d* Zelle aus dem Samenlappen der Bohne (Vergr. 240). Die einfachen oder sternförmigen Striche in *a* und *d* sind Trockenrisse; *i* Intercellularräume.

tral bleibt (Weizen Fig. 18 *b*) oder excentrisch wird (Kartoffelstärke — Fig. 17 *c*). In letzerem Falle sind die Schichten in der Richtung des stärksten Wachsthumes auch am dicksten und da sie sich hier am häufigsten spalten, so verlaufen nicht alle Schichten vollständig um den Kern, sondern viele derselben keilen sich seitlich aus (Fig. 17 *c*).

Treten in einem jugendlichen Stärkekorne zwei Kerne auf und findet um beide Schichtenbildung statt, so entstehen sogenannte halb-zusammengesetzte Körner, wie in Fig. 17 *d*, bei denen das stärkste Wachsthum in der Verbindungslinie der immer weiter auseinander rückenden Kerne herrscht und deren Hälften später in Folge eines durch Spannung der Schichten sich bildenden Querrisses auseinander fallen. In ähnlicher Weise werden die aus drei Theilkörnern bestehenden Stärkekörner von Smilax und anderen Pflanzen gebildet. Zusammengesetzte Stärkekörner bestehen aus mehreren bis zahlreichen Theilkörnchen, welche zu einem rundlichen Korne zusammengelagert sind, keine gemeinsamen Umhüllungsschichten besitzen und daher leicht auseinander fallen (Haferstärke).

Da die Stärkekörner bis zu einem gewissen Grade weich sind, so erhalten sie bei grosser Menge in einer Zelle und fortschreitendem Wachsthum oft durch gegenseitigen Druck polyëdrische Gestalt (Mais — Fig. 18 *a*).

99. Ihrer chemischen Zusammensetzung nach ist die Stärke eine Kohlehydrat von der Formel der Cellulose, mit Wasser und geringer Menge von Aschenbestandtheilen. In heissem Wasser, Kalilösung etc. tritt Quellung der Stärkekörner unter Sprengung der äussersten Schicht ein (Verkleisterung). Trockenes Erhitzen auf 200° C, sowie Kochen mit stark verdünnter Schwefelsäure verwandelt die Stärke in Dextrin. Mit Jod färbt sie sich nur dann blau, wenn sie nahezu ihren vollen Wassergehalt hat; wasserfreie Stärke mit wasserfreien Jodlösungen behandelt färbt sich gelb bis gelbbraun. Die Intensität der Färbung ist dabei hier, wie in anderen Fällen, von der Dichtigkeit abhängig, in der das Jod eingelagert wird, der Vorgang selbst ein rein physikalischer und die sogenannte Jodstärke keine chemische Verbindung. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Eiweisskörpern färbt sich die Stärke vermöge ihrer grösseren Affinität auf Jodzusatz früher wie z. B. das Protoplasma derselben Zelle.

100. In jedem Stärkekorne ist an jedem Punkte desselben die Stärkesubstanz in zwei Modificationen vorhanden, die als Granulose und Stärke-Cellulose bezeichnet werden. Erstere bedingt allein die Blaufärbung mit Jod. Wird sie durch längere, oft mehrtägige Erwärmung mit Speichel (auf 45—50° C) entfernt, so bleibt von dem Stärkekorne ein Celluloseskelet zurück, das zwar noch geschichteten Bau zeigt, sich aber mit Jod nicht oder blass kupferroth färbt und von bedeutend geringerer Dichtigkeit ist, da es z. B. bei Kartoffelstärke nur 5,7, bei Weizenstärke gar nur 2,3 Procent des ganzen Kornes beträgt. Aus diesem Grunde und da die vorherrschende Granulose an allen Stellen des Kornes vorhanden ist, tritt bei unveränderter Stärke die farblose Cellulose bei der Jodreaction nicht hervor. Die von aussen nach innen vorschreitende Lösung der Granulose wird auch durch organische Säuren, Pepsin und sehr verdünnte Salz- oder Schwefelsäure bewirkt. Ebenso tritt bei gutem Zerreiben von Stärke in kaltem Wasser ein

geringer Theil der Granulose in Lösung. Durch lange dauernde oder sofortige kräftige Erwärmung im Speichel wird auch die Stärke-Cellulose gelöst.

101. Dass die Stärke zu den wichtigsten Baustoffen der Pflanze gehört, unterliegt keinem Zweifel. Da indessen die Stärkekörner als solche nicht von Zelle zu Zelle transportabel sind (mit Ausnahme solcher in den Siebröhren), so müssen sie in einen löslichen Zustand übergeführt werden, der den Durchtritt durch die Zellhaut gestattet.

Bei der Keimung wird die als Reservenahrung vorhandene Stärke bald so gelöst, das zuerst nur die Granulose entfernt wird; oder es löst sich sofort die ganze Substanz. Entweder geschieht dies von aussen nach innen schichtenweise, oder aber gewöhnlich so, dass einzelne gangartig nach innen verlaufende Stellen gelöst werden, das Korn daher wie zerfressen erscheint (Fig. 18 *c*) und schliesslich durch Vereinigung solcher Lösungscanäle in Stücke zerfällt. — Auch die in den Chlorophyllkörnern gebildete Stärke wird wahrscheinlich in ähnlicher Weise gelöst. Das Lösungsproduct ist, mit Uebersprungung wenig bekannter Zwischenstufen (wie Dextrin), der Zucker (§ 105), welcher auf diosmotischem Wege an entferntere Orte gelangt und dort als solcher aufgespeichert wird (Runkelrübe etc.) oder eine abermalige Umwandlung in Cellulose, Stärke, Inulin oder Fette erfährt. Oft wird er auf seinem Wege zeitweilig in Stärkekörnchen übergeführt, die später aus den betreffenden Zellen wieder verschwinden (transitorische Stärke).

6. Das fette Oel.

102. Dass Fetttröpfchen als häufiger Bestandtheil des Plasmas auftreten (§ 58), sowie sich im Chlorophyll als Assimilationsproduct bilden (§ 95), wurde bereits erwähnt. Ihr Verhalten gegen Alkohol und Aether, das häufig direct zu beobachtende Zusammenfliessen zu grösseren Tropfen und ihre eigenthümliche Lichtbrechung lassen sie in den meisten Fällen leicht erkennen. Manchmal enthält das Oel Farbstoffe gelöst. In vielen Samen und Früchten wird es als Reservenahrung für die Keimung in grosser Menge aufgespeichert (§ 101) und daher im Grossen aus solchen gewonnen (Rüböl, Olivenöl, Mohnöl). — Bei Lebermoosen findet sich oft fettes Oel im Zellsafte. Es kommt hier in rundlichen Ballen vor, die ein Gemenge aus zahlreichen Oeltröpfchen mit Wasser und geringen Mengen von Eiweiss sind und von einer hautartigen Hülle umgeben werden. Diese Oelkörper sind aber nicht Reservenahrung, sondern Excrete, die beim Wachsthum keine Rolle spielen.

7. Der Zellsaft und die in ihm enthaltenen Stoffe.

103. Als Zellsaft bezeichnen wir das den Protoplasmaleib der Zelle durchtränkende, vorüglich aber das in den Vacuolen sich findende Wasser, welches je nach Natur und Alter der Zelle wie der Pflanze die verschiedensten Stoffe in geringerer oder höherer Concentration gelöst enthält. Als Lösungs- und Transportmittel der Baustoffe innerhalb der Pflanze, sowie durch Betheiligung seiner Grundstoffe an der Bildung der Assimilationsproducte (§ 95) ist das Wasser des Zellsaftes für das Gesammtleben der Pflanze unentbehrlich. Die wichtigsten der im Zellsafte nachzuweisenden Stoffe sind Inulin, Zucker, Gerbstoff, Anthocyan und oxalsaurer Kalk.

104. Das Inulin findet sich im Zellsafte vieler Compositen (Knollen und Wurzelstöcke von Dahlia, Helianthus tuberosus, Inula etc.), aber auch einiger anderer Familien (Campanulaceen, Lobeliaceen) gelöst. Durch Alkohol und vorzüglich durch Glycerin wird es (in Folge von Wasserentziehung) in Form sphärischer Körner ausgeschieden, die aus radial gestellten und in concentrische Schalen geordneten, krystallinischen, doppelt-lichtbrechenden Elementen bestehen (Sphärokrystalle), die sich in Kali, Salpetersäure etc. von aussen abschmelzend und ohne Quellung lösen und welche mit Jodlösung nur eine durch das Eindringen dieser in die feinen Spalten des Sphärokrystalles bedingte gelbliche Färbung zeigen. Durch längeres Liegen ganzer Gewebestücke in Alkohol erhält man bedeutend grössere, oft schon mit blossem Auge sichtbare Sphärokrystalle, die manchmal mehrere oder viele Zellen umfassen. Gefrieren der Gewebe lässt das Inulin ebenfalls ausscheiden und in ausgetrockneten Geweben findet es sich in Form glänzender, farbloser, kantiger Stücke. (Vgl. auch § 105.)

Sphärokrystalle anderer, meist unbekannter chemischer Natur finden sich in den mit Alkohol behandelten Geweben der Marattiaceen (Farne), in der Stengel- und Blattoberhaut von Cocculus laurifolius, den unreifen Früchten von Citrus-Arten (hier bestehen sie aus Hesperidin) u. s. w.

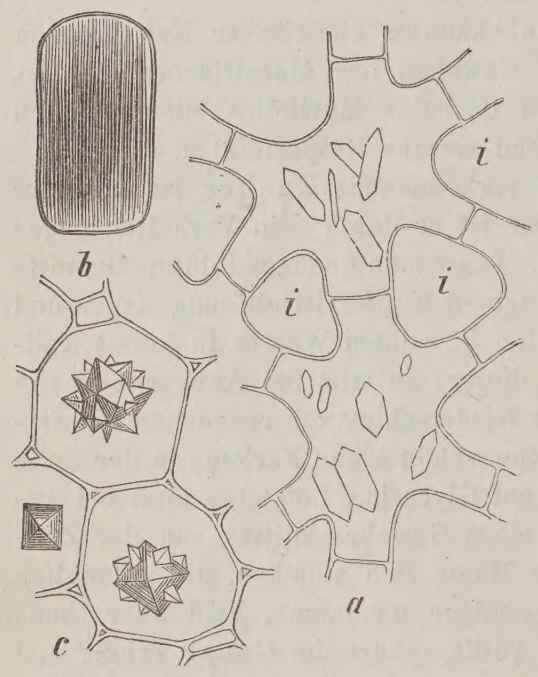
105. Der im Zellsafte nur gelöst vorkommende Zucker ist entweder Trauben- oder Rohrzucker. Nachweisbar ist er durch sein Verhalten gegen Kupfervitriol bei Anwesenheit von Kali. Lässt man genügend dünne Schnitte mit unverletzten Zellen bis zu 10 Minuten in Kupfervitriollösung liegen und taucht sie darauf nach raschem Abspülen in reinem Wasser in heisse Kalilösung oder erhitzt sie nochmals mit dieser, so tritt bei Anwesenheit von Traubenzucker (oder Dextrin) ein rother Niederschlag von reducirtem Kupferoxydul, bei vorhandenem Rohrzucker eine schön blaue Färbung in der Zelle auf. Noch bequemer ist die Reaction auf Glycerin. Letzteres lässt bei Anwesenheit von Zucker in den Zellen eines Gewebeschnittes von der Zellwand alsbald eine stark lichtbrechende Masse sich abheben, die anfänglich die Contour der Zellwand mehr oder weniger nachahmt, bald aber theils unregelmässig gerundete, meist jedoch völlig sphärische Gestalt erhält und schliesslich eine (selten mehrere) grosse, glänzende, tropfengleiche Kugel bildet. Diese Kugel ist der concentrirte Zellsaft; ausserhalb desselben sind Protoplasma und Zellkern noch vorhanden (Jodreaction — § 59). Die aus dem concentrirten Zucker (Syrup) bestehenden Kugeln verharren nicht lange; sie verschwinden meist schon nach wenigen Minuten spurlos, während unter denselben Erscheinungen auftretende Inulinkugeln in kürzester Frist fest werden und sich zu amorphen Kugeln, doppeltbrechenden Sphärokrystallen oder maulbeerartigen oder traubenförmigen Körpern gestalten.

106. Gerbstoff findet sich sehr häufig und in den verschiedensten Geweben, theils gelöst im Zellsafte, theils die Membran durchdringend, oder auch in Form ölartiger, von einer dünnen Plasmahaut umgebenen Tropfen (so in der Rinde von Eichen, Pappeln, Birken u. a.), die auf Zusatz von Wasser in kleine Körnchen zerfallen und sich später ganz lösen. Kenntlich wird der Gerbstoff an seinem Verhalten gegen Eisensalze, mit denen er bläulichschwarze oder grünliche Niederschläge oder Färbungen giebt.

107. Als im Zellsafte (mit wenigen Ausnahmen) gelöster Farbstoff ist das Anthocyan zu nennen, welches die Färbungen vieler Blüthen vom hellsten Roth bis zum tiefsten Blau, sowie die Rothfärbung mancher Stengel und Blätter bedingt und in letzterem Falle häufig das Chlorophyll ganz verdeckt oder mit ihm bräunliche Mischfarben giebt (Blutbuche, Bluthasel). Einwirkung von Glycerin lässt den gelösten Farbstoff durch Wasserentziehung intensiver erscheinen, Tödtung des Plasmas ihn durch dasselbe diffundiren. Gegen Säuren und Alkalien verhält sich das Anthocyan wie Lakmuspapier: Säuren lassen die blauen Töne in Roth, Alkalien die rothen in Blau übergehen, wobei im letzteren Falle sehr bald Grün- oder Gelbfärbung und schliesslich völlige Entfärbung eintritt.

108. Der oxalsaure Kalk entsteht beim Stoffwechsel als Nebenproduct, welches die für die Pflanze giftige Oxalsäure in dieser Form unschädlich macht. Seine unterscheidenden Merkmale gegenüber dem kohlensauren Kalke, sowie sein Vorkommen in der Zellhaut wurden bereits im § 87 erwähnt. Im Zellsafte tritt er entweder in Einzelkrystallen (Fig. 19 *a* und *c* links) auf, die als Raphiden bezeichnet werden, wenn sie in Gestalt langer Nadeln bündelweise meist eine Zelle ganz erfüllen (Fig. 19 *b*); oder er bildet Zwillingskrystalle oder auch kleinere und grössere, oft aus zahlreichen Einzelkrystallen bestehende Drusen (Fig. 19 *c*). Bei zahlreichen Krystallen oder grossen Drusen in einer Zelle sind anders geformte Inhaltskörper in derselben gewöhnlich nicht mehr vorhanden. Die Oberfläche der Krystalle ist meistens von einem dünnen Plasmahäutchen überzogen, welches nach Zerstörung des Krystalls zurückbleibt. Der Krystall selbst gehört entweder dem quadratischen Systeme mit 6 Aequivalenten Krystallwasser, oder dem klinorhombischen mit 2 Krystallwasser (Raphiden) an.

Fig. 19.



B. Die Bildung der Zellen.

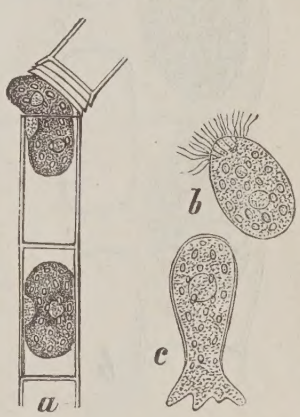
109. Das Wachsthum der Pflanze beruht in den allermeisten Fällen (einzellige Algen und Pilze abgerechnet) nicht allein auf dem Wachsthum

Fig. 19. *a* Zwei sternförmige Zellen aus den Scheidewänden der Luftgänge eines Blattstieles von Musa, mit prismatischen Krystallen; *i* Intercellularräume. — *b* Isolirte Zelle ebendaher, mit einem Bündel Raphiden. — *c* Zellen aus dem Blattstiele einer Begonia mit Krystalldrusen und einem octaëdrischen Einzelkrystall. — Vergr. 240.

der einzelnen Zelle, sondern auch auf der Vermehrung derselben, d. h. auf der Bildung neuer (Tochter-) Zellen aus Theilen des Plasmakörpers bereits vorhandener (Mutter-) Zellen durch in diesem thätige Molecularkräfte. Die Fortpflanzung der Gewächse ist stets an solche Neubildung von Zellen geknüpft. Nach den verschiedenen bei der Neubildung von Zellen stattfindenden Vorgängen lassen sich trotz mannigfacher Uebergänge der Bequemlichkeit wegen vier Haupttypen unterscheiden: 1) Vollzellbildung oder Verjüngung, 2) Zellenverschmelzung oder Conjugation, 3) freie Zellbildung und 4) Zelltheilung.

110. Die Verjüngung oder Vollzellbildung ist dadurch charakterisirt, dass der gesammte Protoplasmakörper der Mutterzelle sich zu einer einzigen Tochterzelle gestaltet. Diese verlässt in vielen Fällen als hautlose Schwärmzelle die dabei zu Grunde gehende Mutterzelle, um sich ausserhalb derselben nach Umhüllung mit einer Membran zu einer neuen Pflanze zu entwickeln, wie dies bei vielen Algen (Oedogonium, Vaucheria etc.) der Fall ist (Fig. 20). In anderen Fällen bleibt die membranlose Tochterzelle vorläufig in der Mutterzelle liegen, wie das Ei mancher Algen (Vaucheria, Oedogonium), der Moose und Gefässkryptogamen u. s. w., das sich nach erfolgter Befruchtung (durch Conjugation mit dem Samenkörper — § 111) mit einer Zellhaut umgiebt und nun zur jungen Pflanze ausbildet. Auch die Samenkörper gewisser Kryptogamen (Florideen) und die Pollenzellen der Phanerogamen entstehen durch Vollzellbildung, letztere nach voraufgegangener Theilung ihrer Grossmutterzellen (§ 117, 118). In den meisten Fällen ist die Bildung der Tochterzelle mit einer sehr deutlichen Contraction des Plasmakörpers unter Ausstossung eines Theiles Wasser verbunden. Umordnung des Chlorophylls in den Schwärmzellen von Oedogonium, den Eizellen dieser Gattung und von Vaucheria u. s. w. zeigt ferner, dass bei derartigen Vorgängen auch eine Umlagerung der Plasmamicelle stattfindet. Wenn die Mutterzelle einen Zellkern besitzt, bleibt dieser auch in der Tochterzelle erhalten.

Fig. 20.



111. Bei der Zellverschmelzung oder Conjugation vereinigt sich das gesammte Plasma zweier oder auch mehrerer Zellen zu einem einzigen neuen Plasmakörper, der sich dann mit einer Membran umhüllt. Die formenreiche Abtheilung der Conjugaten unter den Algen, die Zygomyceten und Myxomyceten unter den Pilzen zeigen derartige Zellbildung zum Zwecke der Fortpflanzung in mannigfacher Abwechselung. Bei der Algengattung Spirogyra treiben je zwei gegenüberliegende Fäden aus ihren cylindrischen Zellen papillenartige Fortsätze gegen einander (Fig. 21 *a*), die zuletzt zu-

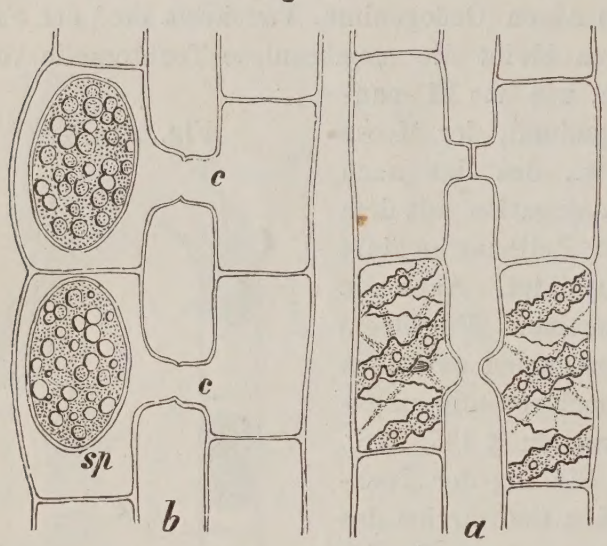
---

Fig. 20. *a* Stück eines Oedogonium-Fadens mit zwei in Schwärmerbildung begriffenen Zellen, die obere aufgebrochen und den Schwärmer entlassend. — *b* Ausgeschlüpfte Schwärmzelle. — *c* Junge, aus einem Schwärmer entstandene Pflanze. (Nach Pringsheim. Vergr. ca. 300.)

sammentreffen, unter Abflachung ihrer Enden verwachsen und nach Auflösung der trennenden Wand H-förmige Verbindungcanäle herstellen (Fig. 21 *b*). Durch diese tritt der zusammengezogene Inhalt der einen Zelle in die gegenüberliegende und verschmilzt mit dem Plasmakörper derselben zu einer neuen Zelle, die sich mit einer Membran umgiebt und als Zygospore (Jochspore) bezeichnet wird. Bei vielen Algen (Pandorina, Hydrodictyon, Ulothrix etc.) vereinigen sich zwei oder mehr Schwärmzellen zur Bildung einer Fortpflanzungszelle, bei den Schleimpilzen zahlreiche der früher (§ 64) erwähnten Myxamöben zu einem neuen hautlosen Plasmakörper, dem Plasmodium.

Da die stets Fortpflanzungszellen liefernde Conjugation als ein Befruchtungsact aufgefasst wird, bei dem männliche und weibliche Zelle äusserlich nicht oder nur wenig verschieden sind, so können die Befruchtungsvorgänge bei anderen Kryptogamen mit wesentlich ungleich gestalteten, sich direct vereinigenden Geschlechtszellen auch als eine Zellbildung durch Conjugation betrachtet werden.

Fig. 21.



112. Während mit der Verjüngung und Conjugation keine Vermehrung der Zelle verbunden ist, tritt bei der freien Zellbildung fast stets, bei der Zelltheilung immer eine Zellvermehrung ein.

Die freie Zellbildung, welche bei der Sporenentwickelung der Schlauchpilze, der Eibildung der Peronosporeen, der Bildung der Eizellen der Phanerogamen auftritt, findet so statt, dass zur Erzeugung neuer Zellen nur ein Theil des Plasmas der Mutterzelle zur Verwendung kommt, die Tochterzellen daher dem Reste des Protoplasmas eingebettet liegen. In seltenen Fällen (Peronosporeen) wird dabei nur eine Zelle in der Weise entwickelt, dass sich das Protoplasma in eine peripherische, fast homogene, körnerarme Schicht (Epiplasma) und eine centrale, kugelige, fast den gesammten körnigen Inhalt aufnehmenden Masse (das Ei) sondert.

113. In der Regel kommt es bei der freien Zellbildung zur Entwickelung von zwei oder mehreren, bisweilen sogar zahlreichen Zellen. In den meist schlank keulenförmigen Sporenschläuchen der Schlauchpilze ist vor der Sporenbildung gewöhnlich ein Zellkern vorhanden (Fig 22 *e*). In den sicher beobachteten Fällen theilt sich dieser primäre Kern in zwei Kerne (Fig. 22 *f*, — vgl. § 118), die ihrerseits die Theilung wiederholen,

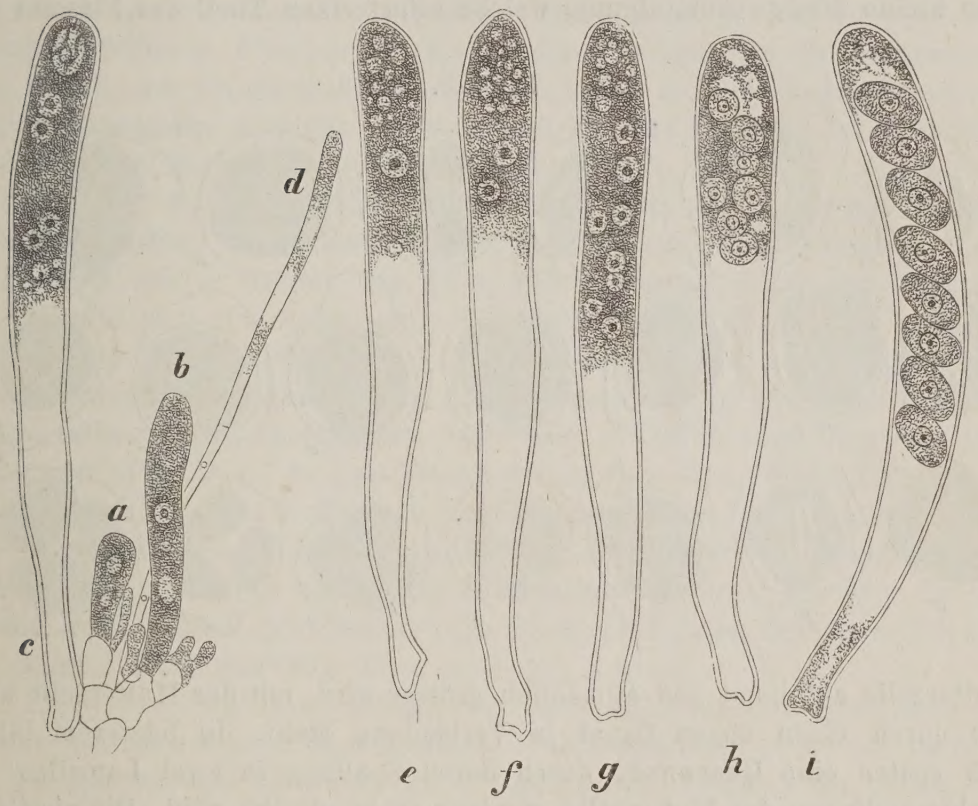
---

Fig. 21. Zellen einer Spirogyra in Conjugation. In den dieselben beginnenden unteren Zellen der Figur *a* sind die schraubigen Chlorophyllbänder noch in ihrer ursprünglichen Lage; in *b* ist der Inhalt der Zellen des einen Fadens bereits mit dem der Zellen des zweiten zu Zygosporen *sp* vereinigt; *c* Copulationscanal. (Vergr. 240.)

bis acht neue Zellkerne in etwa gleichen Abständen im Schlauche liegen (Fig. 22 *c—g*). Von diesen Kernen umgiebt sich jeder mit einer Protoplasmahülle, um welche später die Sporenmembran ausgeschieden wird (Fig. 22 *h*, *i*). In anderen Fällen sind für derartige Sporenschläuche zwar nur die Stadien des primären Kernes und der acht Sporenkerne bekannt, doch ist nach Analogie anderer Zellkernbildungen anzunehmen, dass auch hier wiederholte Zweitheilung des primären Kernes stattfindet und ein Gleiches dürfte für die weniger oder mehr als acht Sporen enthaltenden Schläuche gelten.

114. Einen Uebergang zur Zelltheilung bietet die Endospermbildung

Fig. 22.



im Embryosacke der meisten Blüthenpflanzen. Hier gehen aus der wiederholten Zweitheilung (vgl. § 118) des primären Embryosackkernes in der Regel zahlreiche Tochterkerne hervor. Diese stellen sich dann in gleiche Abstände von einander, das Plasma zwischen ihnen erhält radial-faserförmige Anordnung und die so enstehenden Strahlen verbinden jeden Kern mit allen seinen Nachbarn. In gleicher Entfernung zwischen je zwei Kernen bildet sich schliesslich eine aus kleinen Körnchen bestehende Platte, aus welcher die Zellwand hervorgeht (§ 118), aus, innerhalb welcher endlich die Bildung der Zellwand erfolgt, während die meisten der vom Kern aus-

---

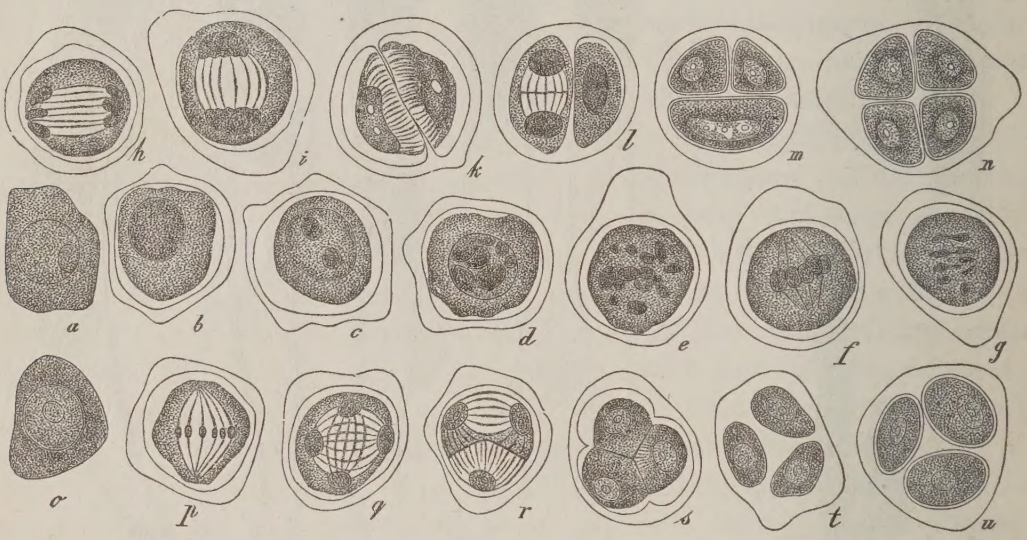
Fig. 22. Peziza confluens Pers. *a—c* drei Sporenschläuche verschiedenen Alters, mit einer Paraphyse (*d*) von einem Stücke des subhymenialen Gewebes entspringend. *e—i* Erwachsene Sporenschläuche: *e—g* die Vermehrung der Zellkerne, *h* junge Sporen und *i* reife Sporen zeigend. Vergr. 390. Nach De Bary.

gehenden Plasmastrahlen eingezogen werden. Die so entstandenen und wachsenden Zellen vermehren sich von jetzt ab nur durch Zweitheilung.

115. Bei der Zelltheilung wird stets das gesammte Protoplasma zur Bildung der Tochterzellen verbraucht und die Mutterzelle durch eine allmählich entwickelte oder sofort durch den gesammten Zellenraum gespannte Scheidewand gewissermaassen in zwei, seltener durch mehrere gleichzeitig auftretende Wände sogleich in mehrere Fächer getheilt (Fächerung oder Kammerung der Zelle).

Einen eigenthümlichen Typus bildet hier die Sprossung, wie sie namentlich an den Zellen der Hefe (Saccharomyces) auftritt. An einer Stelle der Mutterzelle entsteht durch localisirtes Flächenwachsthum der Membran eine kleine blasige Ausstülpung, welche sofort einen Theil des Plasmas der

Fig. 23.



Mutterzelle aufnimmt und allmählich grösser wird, mit der Mutterzelle aber nur durch einen engen Canal in Verbindung steht. In letzterem bildet sich später eine Querwand, durch deren Spaltung in zwei Lamellen die Tochterzelle von der Mutterzelle getrennt (abgeschnürt) wird. Die als Gonidien bezeichneten ungeschlechtlichen Fortpflanzungszellen zahlreicher Pilze entstehen an ihren Tragzellen in gleicher Weise. Durch Uebergänge ist die Sprossung indessen mit der gewöhnlichen Zelltheilung verbunden. Diese letztere lässt nach dem succedanen oder simultanen Auftreten der Scheidewände zwei Typen unterscheiden.

Fig. 23. *a*—*n* Entwickelung des Pollen von Allium narcissiflorum: *a* Pollenmutterzelle mit Zellkern und *b* solche weiter ausgebildet; *c*—*e* allmähliche Sonderung und Gruppirung des Nuclein; *f*—*i* Bildung der Kernspindel und der Tocherkerne; *k* Plasmakörper durch Zellwand getrennt; *l* Wiederholung der Kerntheilung in einer der Tochterzellen; *m* und *n* fertige Pollenzellen in verschiedenen Lagen in Folge von Theilung in gekreuzten Ebenen (*m*) und derselben Ebene (*n*). *o*—*u* Pollenentwickelung von Tropaeolum majus: *o* Pollenmutterzelle; *p* dieselbe mit Kernspindel; *q* zweite Theilung der Kerne und *r* Anordnung derselben nach den Ecken des Tetraëders; *s* beginnende Membranbildung; *t* und *u* weitere Ausbildung der Pollenkörner. Nach Strasburger. Vergr. *a* — *i* = 540, *k* — *u* = 600.

116. A. Die Zellhaut bildet sich während der Theilung des Protoplasmakörpers der Zelle (succedane Membranbildung). — Eines der schönsten Beispiele zeigen die Zellen von Spirogyra. Hier beginnt eine ringförmige Einfurchung den Plasmakörper von aussen her und quer in zwei Theile zu gliedern, die schliesslich nur noch durch einen dünnen Strang zusammenhängen und endlich ganz auseinander weichen. Während dieser Furchung und während der Kern sich in seine beiden Tochterkerne theilt, bildet sich an der Furchungsstelle und der Wand der Mutterzelle ansitzend eine ringförmige Celluloseleiste, die allmählich nach innen, der Plasmafurchung folgend, wächst, bis sie nach erfolgter Trennung der beiden neuen Plasmakörper ihre letzte enge Oeffnung schliesst und so zur vollständigen Scheidewand der beiden Tochterzellen wird. — Auch bei der Gewebebildung mancher höheren Pflanzen (z. B. bei der Theilung der Endospermzellen der Bohne, der Cambiumzellen der Kiefer) wird die Scheidewand zwischen den Tochterzellen succedan angelegt und nur das letzte schliessende Stück zwischen den Kernen auf einmal ergänzt.

117. Bei der Pollenbildung der Dicotyledonen (z. B. Tropaeolum) theilt sich der Zellkern der dickwandigen Mutterzellen in zwei Tochterkerne, die sich sofort wieder theilen (Fig. 23 *q* und Erklärung). Die vier Zellkerne ordnen sich nach den Ecken eines Tetraëders (Fig. 23 *r*) und zwischen ihnen furcht sich der Plasmakörper von aussen her in vier dicke Lappen, mit deren Entstehung zugleich eine Zellstoffausscheidung zu ringsum an die Mutterzellwand sich ansetzenden, keilförmig vorspringenden Membranleisten stattfindet (Fig. 23 *s*). In dem Plasma treten auch hier (§§ 114, 118) Körnerplatten zwischen den Zellkernen auf, aus denen sich dann simultan die an die Zellwandleisten der Mutterzellen ansetzenden Wände differenziren, welche die vier Plasmakörper vollständig von einander trennen. In jeder der vier Zellen wird endlich der Plasmakörper durch Umhüllung mit einer Membran zu einem Pollenkorne (Fig. 23 *u*, *n* — vgl. § 110).

118. Die Zellhaut wird erst nach vollendeter Theilung des Plasmakörpers gebildet (simultane Membranbildung). — Zweitheilung der Zellen, bei welcher die Scheidewand zwischen den beiden schon vorher vollständig getrennten Plasmakörpern der Tochterzellen sofort als eine durch den ganzen Zellraum gespannte dünne Cellulosemembran sichtbar wird, ist bei der Zellvermehrung in den verschiedensten Geweben der Pflanze eine sehr allgemeine Erscheinung (Pollenmutterzellen der Monocotylen, Fig. 23 *a*—*n*, u. s. w.). Auch hier geht der Theilung des Plasmaleibes der Mutterzelle eine Theilung des Zellkernes voraus. Diese Kerntheilung zeigt bei den verschiedensten Pflanzen mancherlei Eigenthümlichkeiten, jedoch das Gemeinsame, dass sich zunächst die als Nuclein (§ 69) bezeichnete Substanz des Zellkernes in Form von langen, vielfach gewundenen Fäden oder in anderen Fällen von kürzeren Stäbchen oder rundlichen Körperchen aussondert (Fig. 23 *c*—*e*), die sich in der Aequatorialebene des Kernes zur sogenannten Kernplatte gruppiren (Fig. 23, *f*, *p*), während es wahrscheinlich das Kernplasma (§ 69) ist, das sich zu sogenannten Spindelfasern differenzirt, zarten bogigen Fäden, welche mit der Kernplatte zusammen die „Kernspindel oder Kerntonne“ bilden (Fig. 23 *f*, *h*, *i*, *l*, *p*). Durch Ein-

schnürung der Stäbchen oder Fäden, oder durch Auseinanderrücken der Körner der Kernplatte wird letztere später in zwei Platten getrennt, die auseinanderrückend sich zu den in der Kernspindel polar gelegenen Tochterkernen gestalten (Fig. 23 *h*—*l*). Eine in der Aequatorialebene zwischen den Tochterkernen auftretende Zellplatte aus flächenförmig angeordneten, chemisch meist nicht genau definirbaren Körnchen (in einzelnen Fällen liessen sich dieselben als Stärke erkennen) wird neueren Angaben zufolge direct in die die Tochterzellen trennende Cellulosemembran umgewandelt.

Wiederholte Theilung des Zellkernes einer Zelle ohne zugleich eintretende Fächerung der betreffenden Zelle durch Cellulosemembranen führt zu der im § 69 erwähnten Bildung vielkerniger Zellen.

119. Die Zelltheilung der Oedogonien ist dadurch bemerkenswerth, dass ihr die Bildung eines für das intercalare Wachsthum der Membran (§ 72) bestimmten Zellstoffringes vorausgeht. Innerhalb einer schmalen Zone nahe unter der oberen Scheidewand der cylindrischen Zelle wird in Folge localen Dickenwachsthums ein zuerst zarter, bald stärker vorspringender Cellulosering ausgeschieden, welcher mit der Innenfläche der Membran in fester organischer Verbindung steht, aber sehr bald in seiner Substanz einen schmalen, nicht durchgehenden, ringförmigen Querspalt zeigt (Fig. 24 *a* : *c*). Nachdem die Theilung des Plasmakörpers erfolgt ist, entsteht in der Mutterzellmembran genau über der Mitte des Celluloseringes ein scharfer Ringriss, der die Wand in ein oberes kappenförmiges und unteres scheidenförmiges Stück spaltet, zwischen denen sich nun der Zellstoffring rasch zu einem cylindrischen Hautstücke ausdehnt Fig. 24 *b*), während zwischen den getrennten Plasmakörpern die Scheidewand sich bildet und von der unteren Tochterzelle so weit emporgehoben wird, dass sie schliesslich über dem Scheidenstücke der alten Membran steht. Bei einer zweiten Theilung der oberen Tochterzelle bildet sich der neue Zellstoffring unterhalb der ersten Kappe, so dass dieser beim abermaligen Aufreissen der Membran eine zweite zugefügt wird. Vor der dritten Theilung wird der Zellstoffring unter der zweiten Kappe angelegt und so fort; es geht also aus der Zahl der über einander stehenden Kappen die Zahl der erfolgten Theilungen hervor.

Fig. 24.

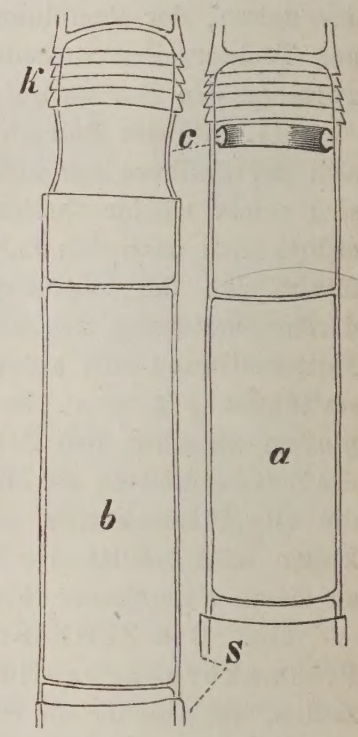


Fig. 24. Stücke aus dem Zellenfaden eines Oedogonium. In *a* ist bei *c* der Cellulosering für die nächste Theilung gebildet; über demselben liegen fünf von früheren Theilungen herrührende Kappen (*k* in Fig. *b*). In Fig. *b* ist die Membran der Mutterzelle im Umfange des Celluloseringes gerissen und letztere dehnt sich zum neuen Membranstücke aus. *s* Scheidenstück der Mutterzellmembran. (Vergr. 240.)

2. Die Zelle in Verbindung mit anderen Zellen zu Geweben.

A. Allgemeine Erläuterungen.

120. Viele der niedersten Gewächse sind einzellig, d. h. die einzelne Zelle ist zugleich das ganze Individuum; in der einzelnen Zelle vollziehen sich alle Ernährungsvorgänge und die Fortpflanzung, welche sonst an die verschiedensten Zellen gebunden sind. Sämmtliche höher organisirten Pflanzen jedoch, von den vollkommeneren Algen und Pilzen an aufwärts, bestehen im völlig entwickelten Zustande aus mehreren, gewöhnlich aus zahlreichen Zellen, welche in ihrer Gemeinschaft ein Gewebe bilden, d. h. eine von gemeinsamen Wachsthumsgesetzen beherrschte Vereinigung von Zellen.

121. Solche Gewebe können in dreifacher Weise entstehen. Es können anfänglich freie, d. h. vollständig von einander isolirte Zellen sich aneinander legen und zu einem mehr- oder vielzelligen Körper verwachsen. Auf diese Weise entwickeln sich z. B. aus Schwärmzellen die scheibenförmigen Körper von Pediastrum und die hohlen Netze von Hydrodictyon unter den Algen. In anderen Fällen wachsen zahlreiche aus Zellenreihen bestehende, meist verzweigte Fäden so neben und durch einander, dass dadurch verschieden gestaltete Gewebekörper aus sogenanntem Filzgewebe zu Stande kommen, wie das Laub der Flechten und die Fruchtkörper der Pilze (z. B. ein Champignon oder Steinpilz). Vielfach schwellen dabei die einzelnen Zellen solcher Fäden durch späteres Wachsthum derart an, dass sich diejenigen benachbarter Fäden durch Druck gegenseitig abflachen, mit einander verwachsen und so auf Durchschnitten das Aussehen eines von Anfang an aus allseitig verbundenen Zellen gebildeten Gewebes gewähren (Scheingewebe, Pseudoparenchym). Bei der grossen Mehrzahl der Pflanzen entstehen die Gewebe ihres Körpers oder seiner einzelnen Organe jedoch in der Weise, dass die von Anfang an mit einander in Verbindung bleibenden Zellen sich durch oft wiederholte Zweitheilung so vermehren, dass sich die späteren Zellengenerationen auf eine einzige oder wenige Mutterzellen, sämmtliche Zellen oder die verschiedenartigsten Gewebe eines Pflanzenkörpers auf die Theilungen einer einzigen Fortpflanzungszelle (Spore, Ei) zurückführen lassen.

122. Die zu Geweben verbundenen Zellen können in Folge verschiedener Aneinanderreihung dem betreffenden Gewebe ein sehr charakteristisches Aussehen verleihen. Bei den Fadenalgen (Confervaceen, Oedogoniaceen etc.) und Fadenpilzen (Penicillium, Aspergillus etc.) bilden die gleichartigen, meist cylindrischen Zellen einen Zellenfaden oder eine Zellenreihe, die sich durch stete Quertheilung ihrer Endzelle oder auch durch gleichzeitige Theilung von Gliederzellen verlängern und in Folge localen Spitzenwachsthums der Zellwand einzelner Gliederzellen (§ 72) verzweigen kann.

Sind die Zellen nach den Richtungen der Fläche so verbunden, dass die Dicke des ganzen Gewebes nur einer Zelle entspricht, so bildet dasselbe eine Zellenschicht. Die Blätter der Lebermoose, gewisse Algen (Ulvaceen), viele schuppenförmige Haare (Elaeagnus, Spreuschuppen der meisten Farnkräuter) liefern hierfür Beispiele. Auch die Oberhaut der höher organisirten Gewächse, die Scheidewände zwischen den Luftgängen in den Stengeln

und Blattstielen zahlreicher Sumpf- und Wasserpflanzen sind gewöhnlich aus einer Zellenschicht gebildet.

Als Zellengruppen oder -Nester bezeichnet man rundliche Anhäufungen gleichartiger Zellen, wie beispielsweise der Steinzellen in manchen weichen Geweben (Birnen). Zellenstränge oder Zellenbündel sind faden- oder bandartige, langgestreckte Zellverbände, die sich von den Zellenreihen durch zahlreiche Zellen auf dem Querschnitte unterscheiden (Bastbündel vieler Pflanzen).

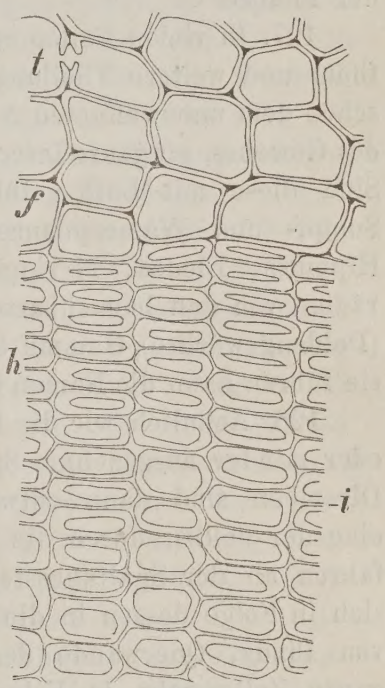
123. Je nach Form und gegenseitiger Berührung der Zellen werden ferner Parenchym und Prosenchym unterschieden. Als Parenchym oder parenchymatisches Gewebe bezeichnet man ein solches Gewebe, dessen meist weithöhlige und dünnwandige, rundliche oder polyedrische Zellen in der Regel nicht bedeutend länger als breit (isodiametrisch), oder bei stärkerer Streckung in langgestreckten Organen wenigstens an ihren Enden quer abgestutzt sind. Sie sind ferner unregelmässig oder reihenweise so gelagert, dass zwischen ihnen oft engere oder weitere Lücken (Zwischenzellräume, Intercellularräume — § 126) bleiben. Sind die Parenchymzellen rundlich oder mit Ausbuchtungen und Aesten versehen, die Zwischenzellräume sehr weit, ist das ganze Gewebe daher locker, so spricht man von Schwammparenchym (Gewebe vieler Blätter, Mark von Juncus etc. — Fig. 19 *a*), von Pallisadenparenchym dagegen, wenn die seitlich dichter zusammenliegenden Parenchymzellen senkrecht zur Oberfläche des betreffenden Organes gestreckt sind (Zellschicht unter der oberen Epidermis vieler Blätter). — Beim Prosenchym oder prosenchymatischen Gewebe sind die einzelnen Zellen (Faserzellen) langgestreckt, meist sehr dickwandig, an beiden Enden zugespitzt oder dachartig zugeschärft und so ineinander geschoben, dass zwischen ihnen keine Lücken bleiben (Holz- und Bastzellen).

124. Berücksichtigt man die Bedeutung der Gewebe für die Entwickelungsgeschichte der Organe, so lässt sich zwischen Theilungs- und Dauergeweben unterscheiden. Ein Theilungsgewebe, Bildungsgewebe oder Meristem wird aus Zellen gebildet, die bei langsamem Wachsthum sich derart theilen, dass die einen meist viel kleineren, dünnwandigen, mit reichem Plasmainhalte und mit Kern versehenen, lückenlos verbundenen Tochterzellen fortfahren, sich in gleicher Weise zu theilen, während die anderen, rascher wachsenden Tochterzellen früher oder später allmählich in Dauergewebe übergehen. In den Vegetationspunkten der Stengel und Wurzeln, in den jüngsten Blättern und Keimlingen findet man ein derartiges Theilungsgewebe, aus dem alle anderen Gewebesysteme hervorgehen: das Urmeristem, während eine Folgemeristem in dünnen Zellschichten häufig zwischen bereits existirenden Dauergeweben in älteren Theilen der Pflanze entweder von Anfang an erhalten bleibt (Cambium) oder neu auftritt (Korkcambium oder Phellogen), um durch Bildung neuer Dauergewebe die vorhandenen älteren zu verstärken. Als Dauergewebe bezeichnet man aber alle Gewebe, deren nicht mehr theilungsfähige Zellen nach bestimmtem Wachsthum endlich in irgend einer Form ihre definitive Ausbildung erlangt haben (Kork, Holz u. s. w.).

125. In sehr jugendlichen Geweben sind die trennenden Wände benach-

barter Zellen dünn und erscheinen auch unter den stärksten Vergrösserungen nur als einfache Celluloselamelle. In älteren Geweben ist jedoch gewöhnlich in der Zellwand eine das Licht anders brechende Lamelle kenntlich, welche gewissermaassen dieselbe in der Weise trennt, dass nun die eine der beiden seitlichen Lamellen der einen Zelle, die andere der anderen Zelle allein angehört, die neu auftretende Mittellamelle beiden Zellen gemeinsam ist (Fig. 25 *i*). Es sieht aus, als ob die Zellen in einer Grundmasse eingebettet lägen oder eine trennende Substanz zwischen sich ausgeschieden hätten, zwei Ansichten, die früher gültig waren, heute aber, als hauptsächlich gegen die Gesetze des Wachsthums durch Intussusception streitend, verworfen werden müssen (vgl. § 78). Die Zwischenlamelle ist vielmehr eine physikalisch und chemisch differenzirte Mittelschicht der ursprünglichen homogenen Zellhaut. Sie wird als Intercellularsubstanz bezeichnet. Bei vielen Tangen, im Sameneiweiss von Ceratonia, Gleditschia etc. ist die Intercellularsubstanz mächtig entwickelt, so dass die Celluloselamelle im Verhältniss zu ihr sehr dünn erscheint. Sie ist ferner bei diesen Pflanzen verschleimt (§§ 82, 85), im trockenen Zustande hornig, im wasserdurchtränkten stark gequollen, und färbt sich mit Jod und Schwefelsäure nicht blau, ist also keine reine Cellulose. In den meisten Fällen jedoch ist die Intercellularsubstanz eine cuticularisirte oder die am stärksten cuticularisirte (§ 83) Zellstoffschicht der Wand. Sie bricht das Licht sehr stark, gewöhnlich röthlich und tritt schon dadurch scharf hervor. Mit Jod färbt sie sich meistens röthlichbraun, während die weniger cuticularisirten Schalen der Wand und eine innerste direct an das Lumen der Zelle stossende Celluloselamelle mehr braun bis braungelb gefärbt werden. In concentrirter Schwefelsäure bleibt sie nach Quellung und Lösung der übrigen Wandschichten bei feinen Querschnitten als ein zartes, sich nicht lösendes Netzwerk zurück, während sie sich beim Kochen in einem Gemisch von Salpetersäure und chlorsaurem Kali vollständig und allein löst, so dass dies Verfahren zur Isolirung (Maceration) der Zellen verwendet werden kann.

Fig. 25.



126. Bei allen Zelltheilungen wird die zwischen den sich trennenden Protoplasmakörpern der Tochterzellen ausgeschiedene Zellstoffhaut als ein einheitliches Ganzes organisirt (§§ 118, 125), niemals in Form zweier gesonderter Platten gebildet, von denen je eine einer der beiden Tochterzellen angehörte. Man bemerkt daher auch niemals inmitten einer solchen

Fig. 25. Querschnitt aus dem Holze von Pinus Strobus an der Grenze zweier Jahresringe (Vergr. 240). *f* Frühjahrsholz; *h* Herbstholz; *i* Intercellularsubstanz, deren Lamellen im Frühjahrsholze schwarz gezeichnet wurden; *t* Tüpfel.

jugendlichen Membran einen Spalt. Im späteren Alter tritt dagegen häufig in Folge von Spannungen, durch ungleiches Wachsthum der Zellen veranlasst, eine theilweise Trennung ihrer Membranen da ein, wo drei oder mehr sich abrundende Zellen mit ihren Ecken und Kanten aneinander stossen. Hier bilden sich durch Auseinanderweichen der Zellen meist drei- oder vierseitige, engere oder weitere Canäle (Fig. 18 *d* und 19 *a*, *i*), die Intercellularräume oder Intercellulargänge, die sich alsbald mit Luft füllen. Dadurch, dass an den meisten Kanten der betreffenden Gewebezellen die Bildung von Zwischenräumen nahezu gleichzeitig erfolgt, treten sie untereinander zu einem Luft oder ähnlich gemischte Gasmenge seltener Flüssigkeit) führenden Canalsystem zusammen, das schliesslich durch die Spaltöffnungen der Oberhaut (§ 133) mit der atmosphärischen Luft in Verbindung tritt und den Gasaustausch zwischen dieser und dem Inneren der Pflanze vermittelt (vgl. den Abschnitt: „Die Bewegungen der Gase in der Pflanze").

127. In vielen Fällen erweitern sich die Intercellulargänge durch Wachsthum und weitere Theilungen der umgebenden Zellen zu ansehnlichen, oft schon dem unbewaffneten Auge sichtbaren Gängen, welche grössere Strecken des Gewebes, oft ganze Internodien eines Stengels, der Länge nach durchziehen. Sind diese mit Luft gefüllt, so heissen sie Luftcanäle (Gewebe vieler Sumpf- und Wasserpflanzen: Blattstiel der Nymphaeaceen; Stengel von Hippuris, Elodea, Myriophyllum). Oft werden in derartige Intercellularräume von den benachbarten Geweben Harze (Nadelhölzer), ätherische Oele (Doldengewächse), Gummi (Cycadeen) oder Milchsaft (Aroideen) ausgeschieden; sie führen dann die Namen Harz-, Oel-, Gummi- oder Milchsaftgänge.

128. Aehnlich wie die Intercellularräume bilden sich oft ganz local mehr oder minder ausgedehnte Spalten inmitten einer Scheidewand zweier Zellen. Dieselben sind dann entweder als flache Höhlungen kenntlich; oder die eine der beiden durch die Spalte getrennten Wandlamellen oder beide erfahren an der Spaltungsstelle starkes locales Flächenwachsthum und falten sich in Folge dessen in die Zellhöhlung hinein (Parenchymzellen der Blätter von Pinus, Querwände der Spirogyra-Zellen etc.). Endlich können auch ganze Zellgewebe in Folge durchgehender Spaltung ihrer Membranen in zwei Lamellen bei Abrundung der Zellen sich in völlig isolirte Zellen auflösen: Zellen der reifen Schneebeere und anderer saftiger Früchte, Mutterzellen von Sporen und Pollen.

Von den in den §§ 126—128 erläuterten Fällen der Entstehung intercellularer Räume durch Spaltung von Membranlamellen (schizogene Intercellularräume) hat man diejenigen zu unterscheiden, bei welchen sich Zwischenzellräume durch Auflösung oder auch Zerreissung bestimmter Zellen oder Zellengruppen bilden (lysigene Intercellularräume). Auch diese können dann Gase oder Secrete als Inhalt führen. Als Beispiele sind hier zu erwähnen: die durch Auflösung von Zellengruppen entstehenden Gummigänge der Marattiaceen, sowie die Oeldrüsen der Orangen, Citronen, von Dictamnus — und die durch Zerreissung bestimmter Gewebe gebildeten und Luft führenden Gänge und Höhlungen der Stengel von Equisetum, Gräsern, Umbelliferen etc., der Blätter von Iris, Typha u. s. w.

B. Die ausgebildeten Gewebe.

Die ausgebildeten Gewebe des höher organisirten Pflanzenkörpers ordnen sich nach gewissen Gesetzen in bestimmte Gewebesysteme, von denen einzelne schwer auseinander zu halten sind, unter denen man aber drei Haupttypen unterscheiden kann: das Hautgewebe, das Fibrovasalsystem und das Grundgewebe, deren charakteristische Eigenschaften einzeln besprochen werden müssen.

1. Das Hautgewebe.

129. Das Hautgewebe, welches nur an der Oberfläche körperlicher Gewebemassen auftritt, ist bei niederen Gewächsen nicht oder nur wenig entwickelt. Bei den Lagerpflanzen (Thallophyten) werden die Zellen nach der Oberfläche des betreffenden Organes zu häufig allmählich kleiner, dickwandiger und in ihren Wänden öfter gefärbt (viele Tange, Flechten und Pilze), und in manchen Fällen lassen sich derartige äussere Schichten auch wohl als eine Art Haut vom darunter liegenden Gewebe abziehen, oder sie lösen sich im natürlichen Verlaufe der Entwickelung selbst los (bei manchen Hut- und Bauchpilzen). Auch bei vielen Moosen ist nur in dem eben angedeuteten Sinne ein Hautgewebe vorhanden (die meisten Lebermoose und Stengel der Laubmoose). Bei manchen Moosen (Marchantiaceen, Stengel von Sphagnum, Moosfrucht), sowie bei den übrigen Axenpflanzen ist dagegen eine äussere Gewebelage nicht allein schärfer gegen das darunter liegende Gewebe abgesetzt, sondern sie tritt auch mit anderem morphologischen Charakter auf. Dies geschieht um so auffallender, je mehr das betreffende Organ dem Lichte und der Luft ausgesetzt und je länger die Lebensdauer desselben ist, während an unterirdischen oder unter Wasser wachsenden Pflanzentheilen der Gegensatz zwischen Haut- und Grundgewebe weniger hervortritt. In vielen Fällen wird das Hautgewebe nur aus einer Zellenlage gebildet (Blätter, viele Stengel u. s. w.), die sich häufig durch nur ihr eigenthümliche Organe, die Spaltöffnungen (§ 133) und durch Entwickelung von Haaren (§ 138) auszeichnet und als Oberhaut oder Epidermis bezeichnet wird. In anderen Fällen erleidet diese Zellenlage nachträgliche tangentiale Theilungen. Von der äussersten, Oberhaut bleibenden Zellschicht werden dann andere Zellenlagen nach innen abgeschieden, bei gewissen Pflanzen Kork, bei anderen sogenannte Wassergewebe. In noch anderen Fällen wird das Hautgewebe durch Zellbildungen verstärkt, die zwar nicht aus Theilungen der Oberhaut, sondern aus solchen des unter dieser liegenden Grundgewebes hervorgehen, welche jedoch physiologisch wie das Hautgewebe sich verhalten oder dieses nach seiner Zerstörung vertreten und als Hypoderm bezeichnet werden.

a. Die Oberhaut (Epidermis).

130. Die Oberhaut wird aus einer einzigen, oberflächlichen Zellenlage gebildet, deren Zellen entweder mehr oder weniger stark in der Richtung der Längsachse des betreffenden Organes gestreckt (Wurzeln, viele Stengel, Blätter vieler Monocotyledonen) oder breit tafelförmig sind (bei Blättern mit breiter Fläche). In beiden Fällen sind die Seitenwände entweder ge-

rade, oder wellenförmig so gebuchtet, dass die Ausbuchtungen benachbarter Zellen lückenlos ineinander greifen (Fig. 27). Mit Ausnahme der Spaltöffnungen besitzt überhaupt die Oberhaut mit sehr seltenen Ausnahmen (Blattstielbasis von Osmunda) keine Intercellularräume. Ebenso sind die Oberhautzellen mit Ausschluss der Spaltöffnungszellen gewöhnlich frei von Chlorophyll, das jedoch in manchen Farnblättern, bei vielen schattenliebenden Phanerogamen, namentlich aber bei untergetaucht wachsenden Wasserpflanzen mehr oder minder reich angetroffen wird. Oft führt der Zellsaft der Epidermis Anthocyan (§ 107).

131. Die Wände der Epidermiszellen sind meist ungleich in der Weise verdickt, dass die freie Aussenwand bedeutend stärker ist, als die zarter bleibende Innenwand und die Seitenwände. Letztere verdicken sich häufig derart, dass die Verdickung der Aussenwand (im senkrechten Durschschnitte gesehen) keilförmig auf sie übergeht und entweder allmählich verläuft oder plötzlich aufhört, oft noch die untere Partie der Wand frei lassend (Fig. 26 *A*). An der ausgebildeten Oberhaut ist mit dieser Verdickung Schichten- und Schalenbildung verbunden. Die äusserste Lamelle der Aussenwand ist stets stark cuticularisirt und läuft über die ganze Fläche des betreffenden Organes als ein gegen die tiefer liegenden Lamellen scharf abgesetztes, stark lichtbrechendes Häutchen, die Cuticula (Fig. 26 *A, c*), hin, die sich bei vorsichtiger Maceration mit Kali oder verdünnten Säuren oft auf weite Strecken von den unter ihr liegenden Membranschichten abheben lässt. Ueber ihr Verhalten gegen Reagentien vgl. § 84. Häufig zeigt die Cuticula auf ihrer freien Oberfläche locale Verdickungen in Form von Höckerchen, Stacheln oder Leisten geringen Umfanges (Blätter von Helleborus). Bei zarter Oberhaut bedeckt die Cuticula unmittelbar die aus reiner Cellulose bestehende innere Membranschicht der Aussenwände; bei dicklederigen Blättern und der derben Oberhaut vieler Stengel liegen aber zwischen

Fig. 26.

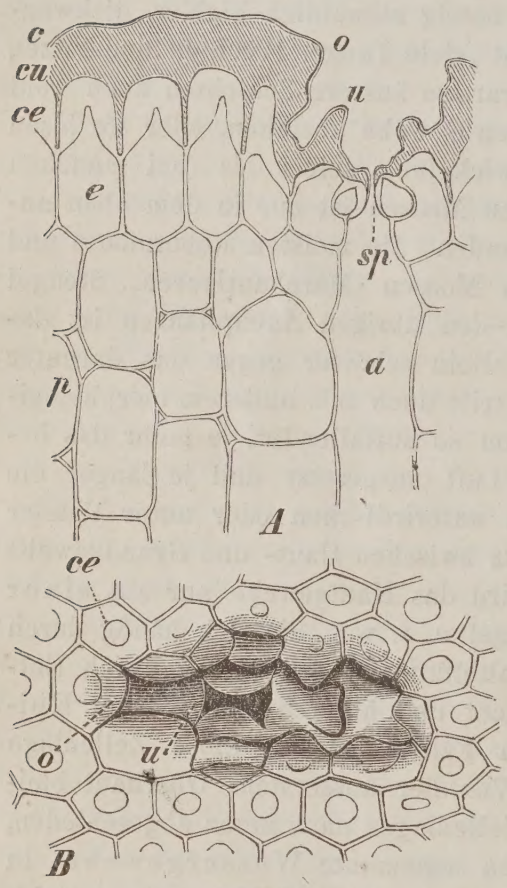


Fig. 26. A. Querschnitt der Epidermis (*e*) des Blattes von Agave americana (Vergr. 240); *c* Cuticula, *cu* Cuticularschichten (schraffirt), *ce* Celluloseschichten der Aussenwand der Epidermiszellen; *p* Blattparenchym; *a* Athemhöhle; *sp* Spaltöffnung; *u* unterer und *o* oberer Wall der Epidermisgrube oberhalb der Spaltöffnung. — B. Grube über der Spaltöffnung von der Fläche gesehen; die umgebenden Oberhautzellen sind bei tieferer Einstellung gezeichnet; Buchstaben wie in Fig. A.

Cuticula und einer innersten, die Zellhöhlung auskleidenden Celluloselamelle (Fig. 26 A, *ce*) häufig noch schwächer cuticularisirte Schichten oder Cuticularschichten (Fig. 26 A, *cu*), die mit Jod und Schwefelsäure von innen nach aussen die verschiedensten Farbentöne von Grünblau durch Grünbraun bis zum reinen Braun zeigen und dadurch den jedesmaligen Grad der Cuticularisirung angeben. Häufig greifen von den Cuticularschichten aus nach innen vorspringende, unter sich netzartig zusammenhängende cuticularisirte Platten als sogenannte Grenzlamellen oder Grenzschichten in die Celluloseschichten der Aussenwand ein (Fig. 26, A, B).

132. Einlagerung unorganischer Substanz (besonders der Kieselerde) in die Oberhaut wurde schon in §§ 87 und 88 erwähnt. Bei manchen Pflanzen ist den cuticularisirten Wandschichten noch sogenanntes Wachs ein- oder aufgelagert, das wahrscheinlich erst in der Zellwand selbst gebildet wird. Dasselbe ist ein Gemenge von zwei oder mehreren Fetten mit häufig geringeren (Wachs von Copernicia) oder grösseren Mengen (Wachs von Ceroxylon) von Harz und in kaltem Alkohol nicht oder sehr schwer, in heissem Alkohol oder Aether leicht löslich. Wo das Wachs der Membran eingelagert ist, lässt es sich erst durch Erwärmen derselben für's Auge nachweisen, da es dann in Tröpfchen an die Oberfläche tritt. Aufgelagert ist es in stärkeren Lagen meist mit blossem Auge sichtbar. Unter dem Mikroskope erscheint es dann entweder in Form membranähnlicher Krusten (homogene, durchsichtige Glasur bei Sempervivum tectorum — durchsichtige Schüppchen und Plättchen bei Portulaca oleracea, Opuntia u. s. w. — dicke durchscheinende Krusten von häufig gestreiftem oder geschichtetem Bau bei Euphorbia canariensis, Myrica-Früchten, Stämmen der Wachspalmen) — oder als ein Ueberzug von senkrecht stehenden, langen, dünnen, gekrümmten oder lockenartigen Stäbchen, die dem unbewaffneten Auge als ein mehlartiger Anflug erscheinen (Blätter von Musaceen und Cannaceen, Zuckerrohr) — oder als ein Haufwerk zarter Stäbchen, Nädelchen oder Körnchen, die in mehreren Lagen übereinander liegen (viele Gräser, z. B. Roggen, bereifte Eucalyptus- und Acacia-Blätter, Ricinus, Nadeln von Abies pectinata u. s. w.) — oder endlich in den allerhäufigsten Fällen in Form des körnigen Reifüberzuges aus in einer Schicht liegenden, vereinzelten oder gedrängten Körnchen (Liliaceen, Irideen, Brassica oleracea etc. etc.). Nach ihrem Verhalten zum polarisirten Lichte lassen sich manche Wachsüberzüge (Copernicia, Myrica, Saccharum) als krystallinisch und doppelt-lichtbrechend erkennen.

133. Die Spaltöffnungen sind Intercellularräume der Epidermis, welche mit den Intercellulargängen des Innengewebes in Verbindung stehen und so den Gasaustausch der Pflanze mit der umgebenden Luft erleichtern. Gewöhnlich münden sie in einen unmittelbar unter ihnen und den benachbarten Oberhautzellen gelegenen grösseren Intercellularraum: die Athemhöhle (Fig. 26 A, *a*). Sie finden sich fast nur an oberirdischen Organen, in grösster Menge an den Laubblättern, bei denen sie auf einem Quadratmillimeter gewöhnlich bis zu 300, in selteneren Fällen selbst bis zu 700 vorkommen, häufig auf beiden Flächen gleichzeitig oder nur auf der Unterseite oder der Oberseite (letzteres bei auf dem Wasser schwimmenden Blättern). In der Epidermis der Wurzeln sind sie niemals, an gänzlich untergetaucht

wachsenden Wasserpflanzen nur selten vorhanden. Bei manchen Pflanzen liegen sie ganz unregelmässig, bei anderen in regelmässige Reihen vertheilt Schachtelhalme etc.).

134. Bei der grossen Mehrzahl der Pflanzen wird die Spaltöffnung durch zwei eigenthümliche, halbmond- oder nierenförmige Zellen, die Schliesszellen (Fig. 27 *a*, *g* : *s*) gebildet, welche zwischen sich einen schmalen Spalt, den Porus (Fig. 27 *g* : *p*), lassen, und die bei langestreckten Organen auch gewöhnlich parallel der Längsachse dieser gestreckt oder gestellt sind (Fig. 27 *a*). Häufig sind die Schliesszellen noch von zwei oder mehr Zellen umgeben, welche abweichend von den übrigen Epidermiszellen gestaltet sind und als Hülfsporenzellen oder Nebenzellen bezeichnet werden (Fig. 27 *f*—§ 126). In anderen Fällen liegen die Schliesszellen selbst frei inmitten einer grossen Epidermiszelle, wie bei einigen Farnen (Fig. 27 *g*). Auch wenn die übrigen Oberhautzellen chlorophyllfrei sind, enthalten die Schliesszellen der Spaltöffnung Chlorophyllkörner mit Stärkeeinschlüssen. Die Schliesszellen liegen ferner mit den übrigen Oberhautzellen in gleicher Höhe, oder sie sind etwas höher gestellt (Fig. 27 *h*), oder sie liegen (namentlich bei stark verdickter Aussenwand der Epidermiszellen; Fig. 26 A) mehr oder weniger tief unter dem Niveau der übrigen

Fig. 27.

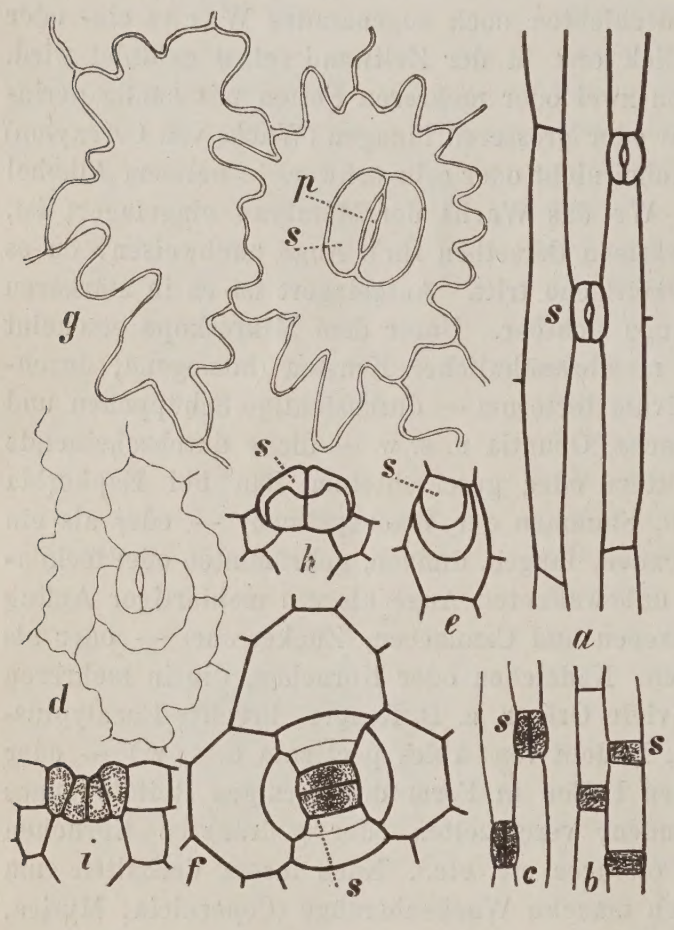


Fig. 27. *a* Epidermiszellen eines Iris-Blattes mit zwei Spaltöffnungen (*s*) von unten gesehen. *b* Stück der Epidermis eines sehr jungen Blattes von Iris mit den Mutterzellen (*s*) der Spaltöffnungen; *c* etwas älter, die Spaltöffnungs-Mutterzellen getheilt, aber der Porus noch nicht gebildet. *d* Oberhautzellen mit Spaltöffnung von Asplenium bulbiferum. *e* Anlage der Spaltöffnungs-Mutterzelle (*s*) in einer Oberhautzelle derselben Pflanze. *f* Stück der Oberhaut von Commelina communis nach Strasburger; *s* die jugendlichen, von den Nebenzellen umgebenen Schliesszellen der Spaltöffnung. *g* Zwei Oberhautzellen des Blattes von Aneimia Phyllitidis mit Spaltöffnung; *s* Schliesszellen, *p* Porus. *h* Junge Spaltöffnung derselben Pflanze im senkrechten Durchschnitt; *s* Schliesszellen, der Porus noch nicht gebildet. *i* Senkrechter Durchschnitt der vier jugendlichen Schliesszellen einer Spaltöffnung von Equisetum limosum, nach Strasburger.

Oberhautzellen, Verhältnisse, die durch die verschiedenartige Wachsthumsweise der Oberhautzellen nach Anlage der Spaltöffnungen leicht erklärt werden. Von der Cuticularisirung werden meist nur die freien Aussenwände der Schliesszellen betroffen, welche gleich denen der übrigen Oberhautzellen oft auch stärker verdickt sind (Fig. 27 *h*). Wo Wachsablagerungen vorkommen, lassen diese die Schliesszellen frei, oder sie sind auf ihnen spärlicher.

135. Die Entwickelung der Spaltöffnungen erfolgt in der Weise, dass durch Theilung einer jungen Oberhautzelle ein gewöhnlich kleineres Stück derselben als Mutterzelle der Schliesszellen abgeschnitten wird. Bei langgestreckten Epidermiszellen ist die an dem einen Ende derselben abgegliederte Mutterzelle fast cubisch (Fig. 27 *b : s*). Durch eine senkrecht auf die Oberfläche gestellte Längswand theilt sich dieselbe unmittelbar in die beiden rechts und links gelegenen jungen Schliesszellen (*s* in Fig. 27 *c*), welche weiter wachsend zunächst ihre Wände wie die der übrigen Epidermiszellen verdicken; namentlich verdickt sich die Scheidewand der beiden Schliesszellen gewöhnlich dort stärker, wo sie innen und aussen den Wänden der Mutterzelle anstösst. Die Schliesszellen bestreben sich dabei, sich mehr oder weniger abzurunden; später differenzirt sich die anfänglich einheitliche Lamelle der Längsscheidewand in zwei Lamellen, die sich endlich eine Strecke weit so von einander trennen, dass in der Mitte der Schliesszellen ein die ganze Höhe derselben durchsetzender Spalt (Porus) gebildet wird, wobei die Trennung bald von aussen, bald von innen her beginnt und die Schliesszellen an der betreffenden Stelle halbmondförmig auseinander weichen.

136. Aehnlich ist die Anlage der Spaltöffnung bei vielen anderen Pflanzen, bei denen die Oberhautzellen auch nicht so gestreckt sind wie in Fig. 27 *a*—*c*. Bei Plantagineen, Sileneen, Oenothereen, vielen Farnen u. s. w. wird aus der Epidermiszelle durch eine Uförmig gebogene Wand eine Tochterzelle herausgeschnitten, die entweder unmittelbar zur Spaltöffnungsmutterzelle wird und durch eine Längswand sich theilt, oder in welcher durch eine zweite gleichlaufende oder entgegengesetzte Uförmige Wand sich erst die Mutterzelle bildet (Fig. 27 *e* jung, *d* fertig). Aehnliche, die Mutterzelle der Schliesszellen vorbereitende Theilungen finden bei den verschiedensten Pflanzen und in wechselnder Weise statt (Crassulaceen, Cruciferen, Papilionaceen). Die durch sie erzeugten Zellen umgeben dann als die schon erwähnten Nebenzellen die Spaltöffnung. In anderen Fällen (bei Gramineen, Cyperaceen, Juncaceen, überhaupt vielen Monocotyledonen) werden etztere jedoch erst nach Anlage der schon durch die erste Theilung fertigen Spaltöffnungsmutterzelle von den benachbarten Epidermiszellen durch nachträgliche Theilwände abgeschnitten (Fig. 27 *f*).

137. Die eigenthümlichen Spaltöffnungen gewisser Farnkräuter (z. B. Aneimia, Fig. 27 *g*) entstehen in der Weise, dass durch eine ringförmige, nur die Aussen- und Innenwand der Oberhautzelle berührende Wand eine etwa kegelförmige Mutterzelle so herausgeschnitten wird, wie ein Korkbohrer aus einem Korke ein Stück herausschält. Bei den Schachtelhalmen endlich wird die Mutterzelle der Spaltöffnung zuerst durch eine schief rechts, dann durch ein zweite schief links fallende Längswand in drei neben einander liegende Zellen getheilt, von denen die mittlere noch einmal eine

Längstheilung erfährt. Von den vier neben einander liegenden Zellen (Fig. 27 *i*) werden beim weiteren Wachsthum die beiden mittleren nach unten gedrückt, während die seitlichen nach oben rücken, so dass die Spaltöffnung aus zwei über einander liegenden Paaren von Schliesszellen gebildet wird.

Bei vielen Pflanzen liegen über den Enden der in den Blättern verlaufenden Gefässbündel, meist nahe am Blattrande, auf den Zähnen desselben und fasst ausnahmslos auf der Oberseite des Blattes, Spaltöffnungen mit bestimmter Function, welche als Wasserspalten oder Wasserporen von den gewöhnlichen Spaltöffnungen (Luftspalten) unterschieden worden sind. Dieselben führen wenigstens zeitweise in ihrem Porus und in der unter ihnen gelegenen „Athemhöhle" Wasser, das von hier aus in Tropfenform an die Blattoberfläche ausgeschieden wird (vgl. den Abschnitt „Wurzeldruck"). Manchmal zeichnen sie sich auch durch bedeutendere Grösse und etwas abweichende Gestalt vor den normalen Spaltöffnungen aus.

138. Die Haare sind Bildungen des Hautgewebes, entweder der Oberhaut allein oder dieser und des darunter liegenden Gewebes (§ 33). Sie treten in äusserst mannigfaltigen Gestalten auf und zeigen oft bei derselben Pflanze neben einander oder auf verschiedenen Theilen derselben die abweichendsten Formen (z. B. beim Kürbis — Fig. 28 *o—t*). In den einfachsten Fällen ist es eine einzelne jugendliche Epidermiszelle, welche ihre Aussenwand zum kurzen Haare papillenartig emporwölbt. Bei vielen Blumenblättern bedingen dergleichen schlankere oder stumpfere kegelartige Papillen, die entweder durch Scheidewand von ihrer Mutterzelle abgegrenzt werden (*v'*) oder mit ihr in Verbindung bleiben (*v*), den sammetartigen Glanz dieser Organe. In anderen Fällen wächst die Zellenpapille zum langen, ungegliederten, cylindrischen Schlauche aus (Wurzelhaare — *a*, viele Wollhaare), der bisweilen durch in Folge localen Membranwachsthums auftretende unregelmässige Ausbuchtungen eigenthümliche Formen erhält (*d*); oder der Haarschlauch gliedert sich während seines Wachsthums durch Querwände in eine Zellenreihe (*e*, *s*, *r*), deren Endzelle entweder zugespitzt ist (*e*, *s*), oder kopfig anschwillt (*f*) oder andere Formen annimmt (*g*). Häufig erleidet die kopfige Endzelle des sogenannten Köpfchenhaares weitere Quer- (*o*) oder Verticaltheilungen oder beide zusammen (*l*, *p*, *q*). Bei Verticaltheilung sind die Scheidewände häufig regelmässig radial gestellt (*m*, *w*), und das Köpfchen ist dabei oft scheibenförmig erweitert (*m*). Bleibt in letzteren Fällen der Stieltheil des Haares sehr kurz und wächst die Scheibe unter zahlreichen radialen Theilungen stärker in der Richtung der Fläche, so entstehen die zierlichen Schuppen, wie sie z. B. bei Elaeagnus sich finden und zu denen die einzelligen (*k*) oder radial getheilten Sternhaare gewissermaassen den Uebergang machen. Locales Spitzenwachsthum einzelner Wandstellen ist die Ursache der Strahlenbildung bei dergleichen Sternhaaren, wie der Astbildung bei mehrzelligen cylindrischen Haarformen (*h*, *i*). Durch Längstheilung der Zellen in Haaren, wie etwa Fig. *s*, werden dieselben zu einem vielzelligen, stachel- oder borstenartigen Zellenkörper von meist kegelförmiger Gestalt (Papaver etc.), dessen Zellenzahl nach oben allmählich so abnimmt, dass die Haarspitze gewöhnlich von einer Zelle gebildet wird. Erhebt sich bei bereits angelegten Haaren das unter ihnen liegende Gewebe in Folge reicher Zelltheilungen,

so wird das Haar auf einem verschieden gestalteten Zellenhügel emporgetragen, wobei oft die Haarbasis demselben tief eingesenkt ist (*c*, *b* im Jugendzustande).

139. Von den gewöhnlichsten oben beschriebenen Haarformen abgesehen,

Fig. 28.

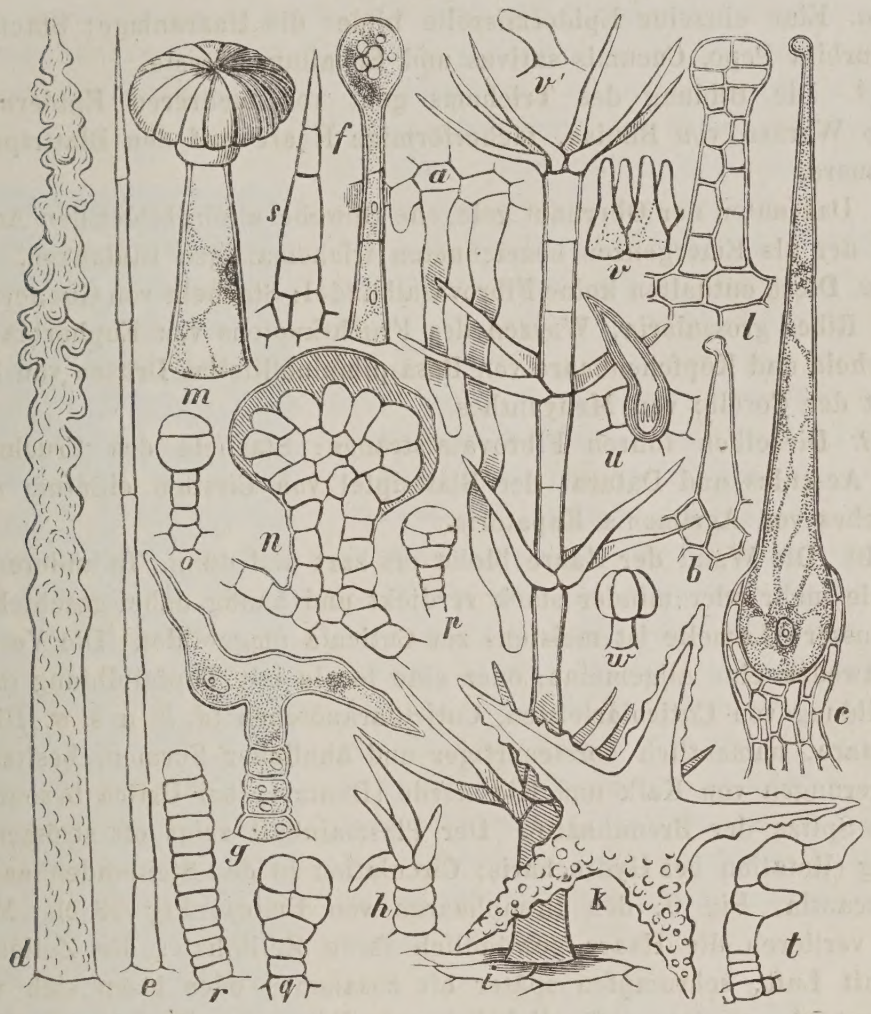


Fig. 28. Verschiedene Haarformen: *a* Wurzelhaare eines Farnvorkeimes (Vergr. ca. 100). *b* und *c* Junges und altes Brennhaar von Urtica dioica (Vergr. 80). *d* Haar aus dem Schlunde der Blumenkrone von Viola tricolor (Vergr. 150). *e* Stengelhaar von Stachys lanata (Vergr. 60). *f* Haar vom Blüthenstiele eines Pelargonium (Vergr. 115). *g* Haar von Tanacetum Meyerianum (Vergr. ca. 150). *k* und *i* Junges und altes Haar vom Blatte des Verbascum Thapsus (Vergr. $h = 300$, $i = 70$). *k* Sternhaar von Deutzia scabra, zwei Strahlen in der Flächenansicht, die drei oberen Strahlen im Durchschnitt gezeichnet (Vergr. 70). *l* Drüsenhaar vom Blüthenstiele der Calendula officinalis (Vergr. 240). *m* Haar vom Blüthenstiele der Scrophularia nodosa (Vergr. 300). *n* Junges Drüsenhaar vom Blatte der Johannisbeere: die Cuticula ist durch reiche Harzabsonderung emporgehoben, der vom Harz erfüllte Hohlraum zwischen derselben und den abscheidenden Zellen schraffirt (Vergr. ca. 300). *o*—*t* Verschiedene Haarformen vom Kürbis. *u* Dickwandiges Borstenhaar der jungen Blätter von Rubus Hofmeisteri, mit drei spaltförmigen Tüpfeln im unteren Theile der Wand. *v* Haarpapillen aus dem Schlunde der Blumenkrone von Primula sinensis. *w* Junges Drüsenhaar von Cannabis sativa. *v'* Haar von der Blüthe der Salvia gesnerifolia (*o*—*v'* schwach vergrössert).

lassen sich die abweichend gebauten im Zusammenhange mit den als Emergenzen (§ 33) bezeichneten Trichomen etwa in folgender Weise gruppiren:

a. Das Trichom ist nur Epidermisbildung: Stacheln von Rubus Idaeus und Rubus Hofmeisteri.

b. Die Anlage des Trichoms geht von der Epidermis aus, secundär betheiligt sich das unter der letzteren gelegene Gewebe.

α. Eine einzelne Epidermiszelle bildet die Haaranlage: Stacheln von Cucurbita Pepo, Cucumis sativus und Ecbalium agreste.

β. Die Bildung des Trichoms geht von mehreren Epidermiszellen aus: Warzen von Bunias, fächerförmige Haare auf den Blattrippen von Gunnera.

c. Das unter der Oberhaut gelegene Gewebe allein bildet den Ausgangspunkt der als Emergenzen bezeichneten trichomartigen Bildungen.

α. Diese enthalten keine Fibrovasalbündel: Stacheln von Gunnera scabra und Ribes grossularia, Warzen des Fruchtknotens von Euphorbia aspera, Stacheln und Köpfchenhaare von Rosa pimpinellifolia, Drüsen von Drosera, Bart der Corolle von Menyanthes.

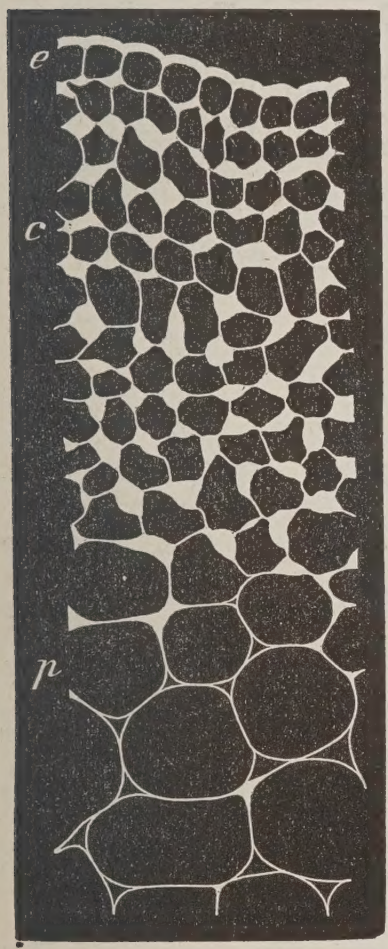
β. Dieselben führen Fibrovasalstränge: Stacheln des Fruchtknotens von Aesculus und Datura, der Blattzipfel von Cirsium ciliatum und des Kelches von Agrimonia Eupatoria.

140. Die Wand der Haare bleibt oft zart und dünn. In anderen Fällen wird sie mehr oder minder stark verdickt und häufig dabei geschichtet (*u*); eine äussere Lamelle ist meistens zur Cuticula umgebildet. Die Verdickung ist entweder eine allgemeine, oder eine locale mit Tüpfelbildung (*u*), oder mit Bildung von Cuticularleisten, Cuticularknötchen (*d*, *k*) u. s. w. Die Wand der Haare, namentlich borstenartiger und ähnlicher Formen, besitzt häufig Einlagerungen von Kalk und Kieselerde (Deutzia, bei Urtica besonders die spröde Spitze der Brennhaare). Der Plasmainhalt zeigt oft strömende Bewegung (Rotation bei Hydrocharis; Circulation in den Staubfadenhaaren von Tradescantia, Fig. 9, den Brennhaaren von Urtica, Fig. 28 *c*). Mit dem Alter verlieren die Haare gewöhnlich ihren Zellinhalt: die Zellen füllen sich mit Luft, schrumpfen später oft zusammen oder lösen sich von der Oberhaut ab, so dass anfänglich behaarte Pflanzentheile mit der Zeit kahl werden.

141. Bei vielen Pflanzen sind die Haare Secretionsorgane: Drüsenhaare. Hier enthält entweder die einzelne, blasige Endzelle des gestielten Haares (Fig. 28 *f*) ätherisches Oel oder Harz; oder das Köpfchen ist vielzellig und jede Zelle sondert das Secret durch die Zellwand in einen unter der sich blasenförmig abhebenden Cuticula sich bildenden Hohlraum ab (Fig. 28 *n*), in dem es sich als stark lichtbrechende Flüssigkeit ansammelt, wobei die secernirenden Zellen oft nach und nach verschrumpfen (Cannabis; Humulus — Lupulin), oder die Cuticula schliesslich platzt und das Secret sich über die Pflanzentheile ergiessen lässt. Bemerkenswerth sind in dieser Beziehung die als Leimzotten oder Colleteren bezeichneten vielzelligen Drüsenhaare einer grossen Anzahl von Laubknospen, bei denen sie an den jungen Blättern (Ribes — Fig. 28 *n*), den Nebenblättern (Prunus, Viola), den Blattscheiden (Polygoneen) oder den Knospenschuppen selbst (Aesculus) schon

sehr frühzeitig entstehen. Das Secret derselben ist entweder Gummischleim, oder Harz, oder in den allermeisten Fällen ein Gemenge von beiden. Der Gummischleim entsteht durch Quellung einer unter der Cuticula liegenden Membranschicht und tritt durch Sprengung der Cuticula ins Freie, während das Harz in dem Inhalte der Zellen gebildet und in Tropfenform durch die Membran ausgeschieden und dem Gummischleime eingelagert wird. Durch Erguss dieser Massen zwischen und über die Knospentheile werden letztere vor verderblichen äusseren Einflüssen geschützt, wobei oft noch starke Behaarung, Korkbildungen u. s. w. mitwirken. In manchen Fällen wird das Secret auch von den Oberhautzellen allein (Populus), oder gleichzeitig von diesen und Leimzotten (Polygonum) erzeugt.

Fig. 29.



142. Bei manchen Pflanzen wird die Oberhaut durch später erfolgende tangentiale Theilungen in zwei oder mehr Schichten zerlegt. Bei Blättern von Begonia, Ficus und Piperaceen bleibt die äusserste Zellenlage dann als eigentliche Epidermis erhalten, während die Innenschichten ein grosszelliges, dünnwandiges Gewebe mit wässerigem Inhalte darstellen (Wassergewebe), das bei Piperaceen häufig mächtiger als das gesammte übrige Gewebe des Blattes ist. Bei den Luftwurzeln von Orchideen und Aroideen dagegen verwandelt sich die mehrschichtig gewordene (selten einschichtig bleibende) Oberhaut durch Verlust ihres Zellinhaltes in eine weissliche, Luft führende Wurzelhülle (velamen), deren lückenlos verbundene Zellen meistens spiralig verdickte Wände besitzen und stellenweise durchlöchert sind.

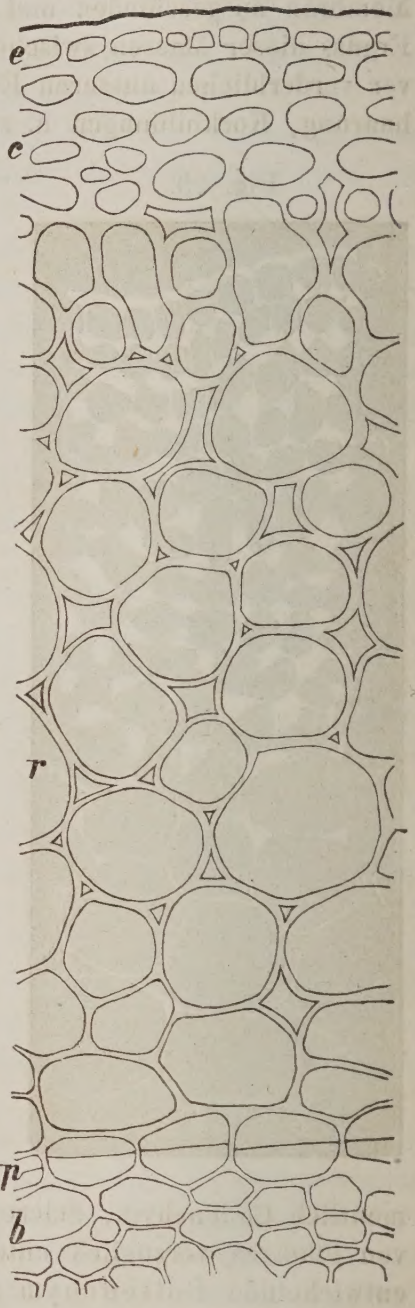
b. Das Hypoderm.

143. Zu den das Hautgewebe häufig verstärkenden, wenn auch aus dem Grundgewebe hervorgehenden Gewebeschichten gehören namentlich Collenchym, Sclerenchym und Kork. Das bei einer grossen Zahl von Pflanzen vorzüglich unter den Kanten der Stengel und Blattstiele sich entwickelnde Collenchym (Leimgewebe) besteht aus gestreckten, meist engen und lückenlos verbundenen, an den Enden abgestutzten oder zugeschärften Zellen, deren Kanten und Ecken durch nach innen vorspringende, glänzend-weisse Verdickungsschichten charakterisirt sind, die sich durch starke Quellungsfähigkeit auszeichnen (Fig 29). Das Sclerenchym ist durch dickwandige, meist langgestreckte, an den Enden zugespitzte und

Fig. 29. Stück eines Querschnittes aus der äusseren Stengelregion von Beta vulgaris (Vergr. 240). *e* Epidermis, *c* Collenchym, *p* Rindenparenchym.

manchmal verästelte, inhaltslose oder nur mit abgestorbenen Inhaltsresten versehene Zellen ausgezeichnet, deren farblose oder gefärbte, verholzte Wände eine bedeutende, hornartige Festigkeit besitzen, und die entweder in einzelnen Bündeln (Blätter vieler Nadelhölzer) oder ganzen Schichten (Stämme und Blattstiele vieler Gefässkryptogamen und Monocotyledonen — Fig. 38) unter der Oberhaut liegen, aber vielfach auch in tiefer gelegenen Geweben auftreten (vgl. weiter § 157).

Fig. 30.



144. Der Kork nimmt seinen Ursprung selten aus der Epidermis (Salix, Pomaceen), meistens aus der unmittelbar unter der Oberhaut liegenden Zellschicht (Populus, Sambucus, Prunus, Alnus etc.) oder der tiefer liegenden grünen Rinde (Rubus Idaeus, Ribes). Er dient saftigen Geweben zum Schutze, namentlich dann, wenn diese eine bedeutende Vergrösserung ihres Umfanges erfahren, oder wenn Verwundungen innere Gewebe blosslegen. Bei ausdauernden Stämmen und Wurzeln ist er eine allgemeine Erscheinung.

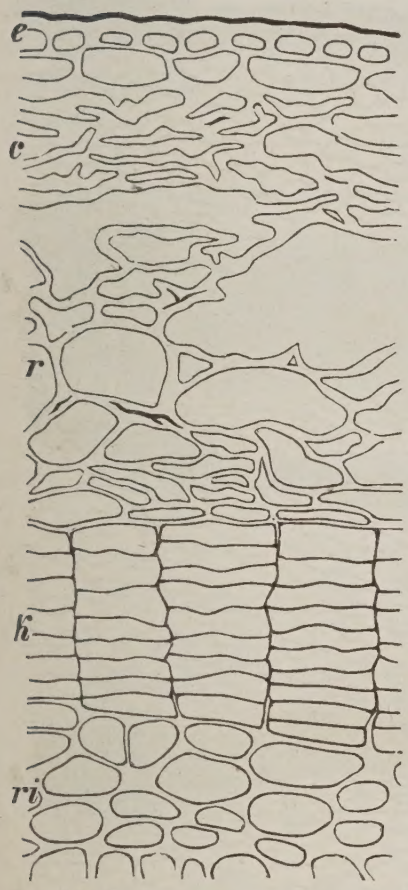
Die Bildung des Korkes erfolgt durch Tangentialtheilungen der Zellen der betreffenden Gewebelage (Fig. 30 *p*). Diese brauchen nicht am ganzen Umfange des Organes gleichzeitig aufzutreten, schliessen jedoch gewöhnlich sehr bald zu einer zusammenhängenden Schicht aneinander. Durch die erste Theilung wird die Mutterzelle in zwei radial hinter einander gelegene Zellen zerlegt. Die innere derselben bleibt dünnwandig, protoplasmareich und theilungsfähig; die äussere dagegen cuticularisirt (verkorkt, § 84) ihre Wände und verliert nach und nach ihren Inhalt, an dessen Stelle Luft tritt; sie wird zur Dauerzelle, zur ersten Korkzelle.

145. Durch weitere Tangentialtheilung zerfällt die innere Zelle abermals in eine neue Korkzelle und eine theilungsfähige Zelle und so fort. Sämmtliche theilungsfähigen, korkbildenden Zellen schliessen zu einem korkbildenden Cylindermantel, dem Korkcambium oder Phellogen (Fig. 30 *p*) zusammen, während die von ihnen nach aussen abgeschiedenen Korkzellen als

Fig. 30. Querschnitt eines diesjährigen Zweiges von Ribes aureum mit beginnender Korkbildung (Vergr. 240). *e* Epidermis, *c* Collenchym, *r* Rindenparenchym *p* Phellogenschicht, *b* Bastparenchymzellen.

Periderm (Fig 31 *k*) bezeichnet werden. Letztere liegen in Folge ihrer Entstehungsweise in radialen, lückenlosen Reihen, deren äussere Zellen durch den Druck der von innen nachwachsenden Gewebe in der Richtung des Radius sehr bald zusammengepresst und in ihren Wänden verbogen werden. Die ausserhalb des Periderms liegenden Rindenschichten und die Epidermis stellen ihr Wachsthum bald ein. Sie folgen noch eine Zeit lang passiv dem Drucke der sich verstärkenden inneren Gewebemassen (Kork, Bast, Holz), werden dann anfänglich an einzelnen Stellen zerrissen, später vielfach zersprengt und endlich in verwitternden Fetzen abgeworfen (Zweige von Ribes als schönes Beispiel — Fig. 31). An ihre Stelle tritt als äusseres Schutzgewebe der Kork. Beginnt im darauf folgenden Sommer neue Korkbildung aus der Phellogenschicht, so werden zunächst gewöhnlich heller gefärbte Korklagen dem älteren, dunkleren Korke zugefügt. Häufig werden auch abwechselnd dünn- und dickwandige Korklagen gebildet: geschichtetes Periderm (Betula alba), und ebenso wird durch nach innen vom Phellogen abgeschiedene, Chlorophyll entwickelnde Zellen (Phelloderm, Fig. 31 *ri*, 33 *p*) häufig auch die grüne Rinde verstärkt (Salix, Fagus u. s. w.).

Fig. 31.



146. Wie die ausserhalb der Korkbildungen des ersten Jahres liegenden Gewebe, so werden auch die äusseren Korklagen in späteren Vegetationsperioden unter langsamer Verwitterung an der Luft allmählich abgestossen und durch neue nach aussen geschobene ersetzt. Bei Bäumen, welche ein höheres Alter erreichen, wird dabei in tieferen Schichten der Rinde und zuletzt des Bastes stets neues Korkcambium erzeugt, das neue Korkschichten bildet und später sammt dem ausserhalb derselben gelegenen Gewebe abstirbt. Es wechseln dann Lagen von Kork und todten Gewebestücken der Rinde und des Bastes als sogenannte Borke mit einander ab (Fig. 32). Die äussersten derselben werden wie der Kork durch den Druck der nachwachsenden Gewebemassen des Stammes bald zerrissen (Quercus) und dabei oft in grossen Schuppen (Pinus, Platanus) oder sich loslösenden Ringen (Kirsche) abgeworfen.

147. Viele Pflanzen, zumal Dicotyledonen, entwickeln an ihren einjäh-

Fig. 31. Querschnitt eines vorjährigen Zweiges von Ribes aureum (Vergr. 240). *e* Epidermis. *c* Vertrocknetes und zusammengepresstes Collenchym, der Schicht *c* in Fig. 30 entsprechend. *r* Vertrocknetes und zusammengepresstes Rindenparenchym, der Schicht *r* in Fig. 30 entsprechend. *k* Kork, dessen innerste Lage die Phellogenschicht (*p* in Fig. 30). *ri* Vom Phellogen erzeugtes chlorophyllhaltiges Phelloderm.

rigen Zweigen sogenannte Lenticellen oder Rindenporen. Wo der Kork aus der Epidermis oder aus unmittelbar unter derselben liegenden Zellschichten hervorgeht, entstehen die Lenticellen unter einer Spaltöffnung (Sambucus, Prunus etc.) dadurch, dass einzelne der Athemhöhle angrenzende Parenchymzellen sich vergrössern, wiederholt tangential theilen und (indem ihre grüne Färbung allmählich verloren geht) farblose, dünnwandige Zellen erzeugen, die sich abrundend ein unter der Spaltöffnung liegendes lockeres Gewebe, das Füllgewebe (Fig. 33 *f*) bilden. Dieses wird dann von einer gewöhnlich leicht nach innen gewölbten Zellschicht, der Verjüngungschicht (Fig. 33 *v*), fortwährend von innen her vermehrt, wobei die tangentialen Theilungen dieser Zellenlage lebhaft an die gleichen Vorgänge im Phellogen des Korkes erinnern und meist auch nach innen, der Rinde zu, ein chlorophyllhaltiges Phelloderm (Fig. 33 *p*) abgeschieden wird. Durch den Druck der stets neu erzeugten, von aussen her allmählich absterbenden Füllzellen wird die Epidermis (*e*) zunächst gehoben und später mit einem Längsriss gesprengt, so dass die braune, bröckelige Masse der abgestorbenen Füllzellen zu Tage tritt (Fig. 33 *f*). Die gewöhnlich bald nach Bildung der Lenticelle beginnende Korkbildung des Zweiges (Fig. 33 *k*) schliesst allseitig an die Verjüngungsschicht der ersteren an. Bei Pflanzen mit tief im Inneren auftretender Korkbildung und in Folge dessen bald absterbender äusserer Rinde geht die Lenticellenbildung von Zellen des Phellogen aus (Gingko, Lonicera-Arten, Berberis, Ribes, Coniferen); dasselbe ist bei den sich an älteren Zweigen entwickelnden secundären Lenticellen und

Fig. 32.

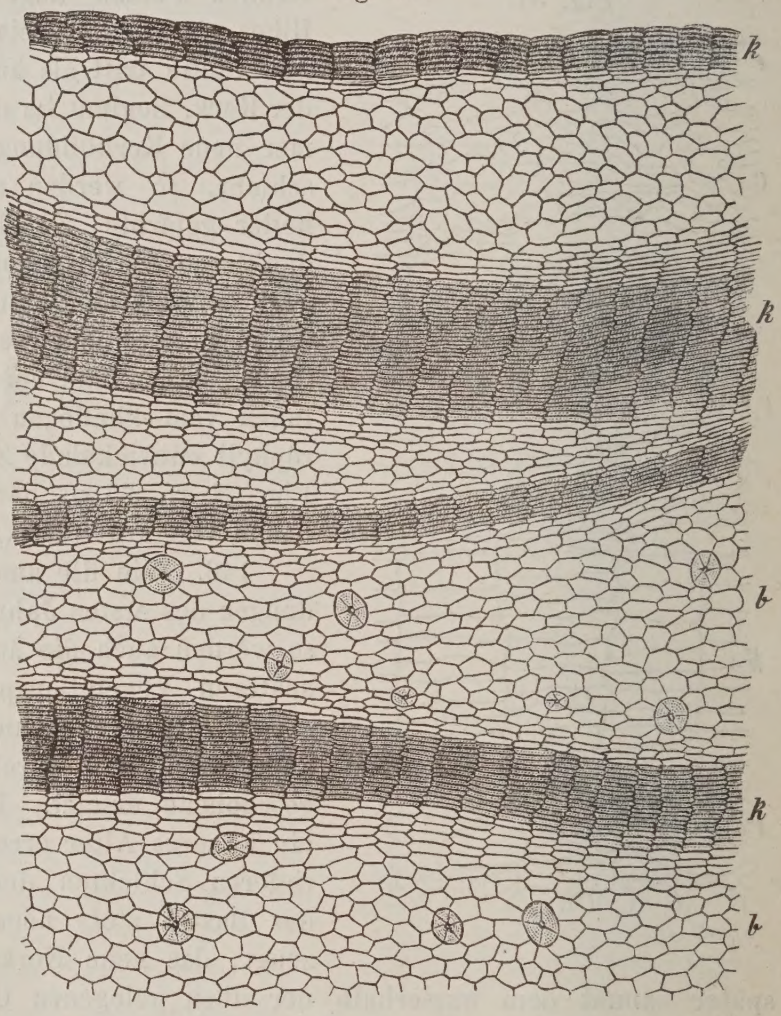


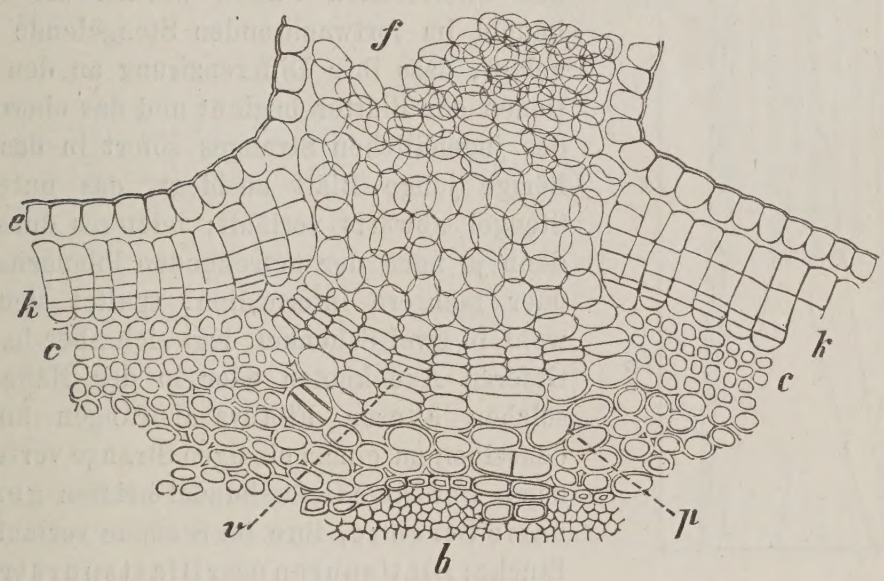
Fig. 32. Querschnitt aus der Borke von Cinchona Calisaya. *k* Korkschichten, *b* die von denselben eingeschlossenen Bastschichten. Vergr. 65. Nach Berg.

denjenigen der Wurzeln der Fall, während bei Luftwurzeln monocotyledoner Pflanzen die Rindenporenbildung in dem unter der Epidermis oder dem Periderm gelegenen Rindenparenchym stattfindet. In allen Fällen bleiben zwischen den Zellen der Lenticelle engere oder weitere Intercellulargänge, die (auch bei starker Korkbildung an den übrigen Theilen des Organes) an solchen Stellen eine Communication der inneren Gewebe mit der atmosphärischen Luft gestatten, so dass die Lenticellen physiologisch den Spaltöffnungen gleichwerthig sind. Im Herbste wird in manchen Fällen durch eine von der Verjüngungsschicht erzeugte Korkbildung (Verschlussschicht), die im nächsten Frühjahre aber durch unter ihr neu entstehende Lagen von Füllzellen wieder gesprengt wird, die Lenticelle mehr oder weniger verschlossen. Pflanzen, welche an ihren Stämmen und Zweigen Lenticellen zeigen, besitzen solche gewöhnlich auch an den Blattstielen und Wurzeln.

2. Das Fibrovasalsystem.

148. In den Blättern der höheren Gewächse, von den Gefässkryptogamen

Fig. 33.



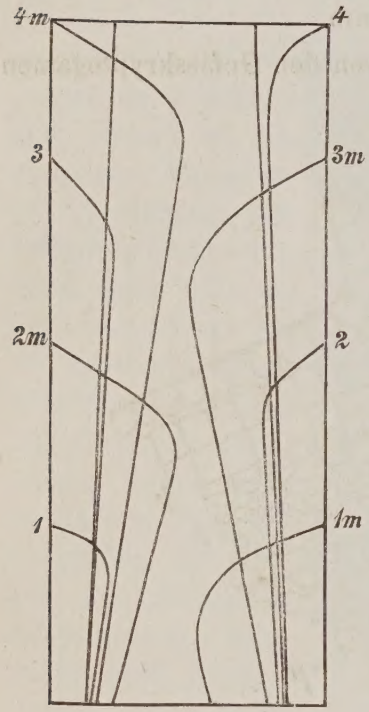
an aufwärts, bemerken wir (namentlich bei durchscheinendem Lichte) strangförmige Gewebemassen, die als Nerven (Adern) bezeichnet werden und aus eigenthümlichen Zellenformen zusammengesetzt sind. Dieselben Stränge lassen sich, meist mächtiger entwickelt, auch in Stamm und Wurzel derselben Pflanzen verfolgen. Sie führen die allgemeinen Namen: Gefässbündel, Leitbündel, Fibrovasalbündel oder Fibrovalstränge. Bei den Gefässkryptogamen, den Monocotyledonen und in jugendlichen Stengeltheilen der Dicotyledonen erscheinen sie als isolirte, durch andere Gewebe (Grundgewebe) getrennte, nur hie und da (namentlich in den Stengelknoten) durch Aeste (Anastomosen) mit einander verbundene Stränge von grösserem

Fig. 33. Aeltere Lenticelle von Sambucus nigra (Vergr. 100), nach Stahl. *e* Die unter dem Drucke der Füllzellen *f* aufgerissene Epidermis. *k* junger Kork. *v* Verjüngungsschicht der Lenticelle. *p* Phelloderm. *b* Bast. *c* Collenchym.

oder geringerem Umfange. Bei Dicotyledonen von langer Lebensdauer (unseren Bäumen z. B.) treten sie jedoch zu gewaltigen Massen zusammen, die den Haupttheil der Gewebe des betreffenden Stammes etc. ausmachen.

149. Aus vielen saftigen Pflanzentheilen lassen sich die Gefässbündel leicht durch Zerstörung des umgebenden Gewebes (durch Fäulniss etc.) von letzterem trennen (Blätter; Stämme der Gefässkryptogamen und Cacteen u. s. w.). Sie stellen dann ein oft sehr charakteristisch zusammengefügtes Netzwerk stärkerer und schwächerer Stränge dar, das den Verlauf derselben am besten veranschaulicht. Es zeigt sich, dass nur in verhältnissmässig wenigen Fällen ein Theil der Gefässbündel des Stammes nicht in Blätter ausbiegt, dass also sogenannte stammeigene Stränge vorhanden sind (Melastomaceae, Begonia, Orobanche etc.), oder dass sogar nur ein einziger axiler, von mächtiger Rinde umgebener, stammeigener Fibrovasalstrang vorhanden ist, der acropetal mit dem Stammscheitel fortwächst und in den Knoten Zweige für die Blätter abgiebt (Elodea, Ceratophyllum). In den allermeisten Fällen werden die Gefässbündel im fortwachsenden Stengelende so angelegt, dass ihre Differenzirung an den Insertionen der Blätter beginnt und das obere Ende des jugendlichen Stranges sofort in das zugehörige junge Blatt ausbiegt, das untere im Stengel abwärts verläuft; letzteres durchzieht dann je nach der betreffenden Pflanzenart ein oder mehrere Internodien, spaltet sich auch wohl in zwei Schenkel, legt sich aber in einem tieferen Axenknoten oder in der Nähe eines solchen älteren Fibrovasalsträngen an, mit denselben zu einem einzigen Strange verschmelzend. Derartige Gefässbündel heissen gemeinsame Stränge, ihre im Stamme verlaufenden Stücke: Blattspuren oder Blattspurstränge.

Fig. 34.



150. Der Verlauf der Blattspurstränge im Stamme ist ein sehr mannigfaltiger und die unterscheidbaren Typen desselben sind durch Uebergänge mit einander verbunden. Im einfachsten Falle vereinigen sich alle Blattspuren zu einem einzigen axilen Strange (Hottonia, Zannichellia, Potamogeton natans, Elatine Hydropiper). Bei den Palmen und zahlreichen anderen Monocotylen verlaufen die aus jedem Blatte in grösserer Anzahl neben einander in den Stamm tretenden Blattspuren zuerst im Bogen abwärts und verschieden tief (der mittlere am tiefsten, die seitlichen allmählich weniger tief) nach der Stammmitte, biegen dann wieder nach aussen und vereinigen sich schliesslich in grösserer oder ge-

Fig. 34. Schema des Gefässbündelverlaufes bei Palmen mit zweizeilig-abwechselnden Blättern. Der Stamm ist halbirt gedacht, die über einander stehenden Blattinsertionen sind mit 1—4, der mittlere Fibrovasalstrang der betreffenden Blätter ausserdem mit *m* bezeichnet. Nach De Bary.

ringerer Entfernung abwärts mit anderen Bündeln (Fig. 34). Ein Querschnitt durch den Stengel zeigt diese Gefässbündel zerstreut durch das gesammte Grundgewebe. Bei den typischen Dicotyledonen und Gymnospermen treten die Blattspurstränge einzeln oder in geringer Anzahl in den Stengel ein, biegen sofort abwärts und verlaufen in annähernd gleicher Entfernung von der Oberfläche und unter einander parallel abwärts, um dort mit anderen Strängen zu anastomosiren. Ein Stengelquerschnitt zeigt derartige Fibrovasalbündel

Fig. 35.

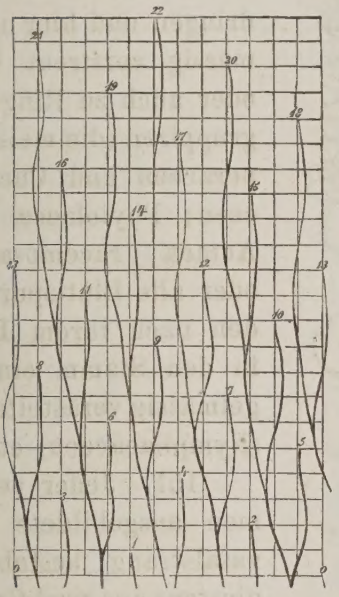


Fig. 36.

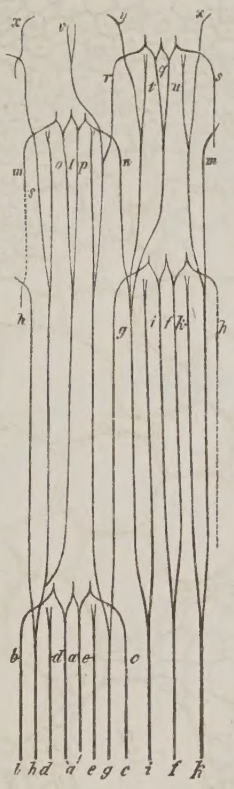
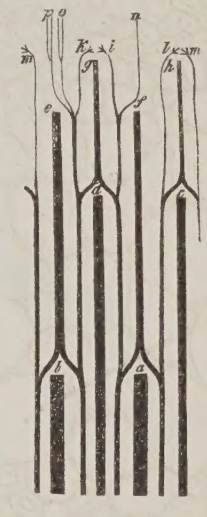


Fig. 37.



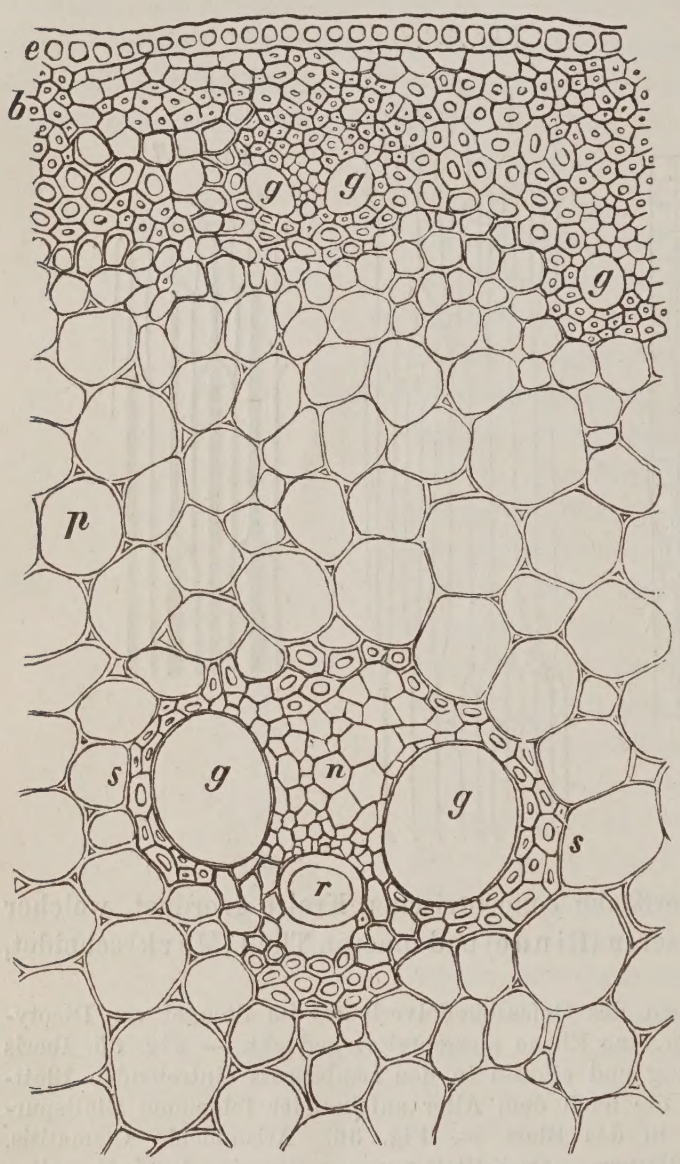
zu einem mit der Stengeloberfläche concentrischen Kreise geordnet, welcher das Grundgewebe in einen äusseren (Rinde) und inneren Theil (Mark) scheidet,

---

Fig. 35— 37. Einige Typen des Gefässbündelverlaufes im Stengel von Dicotyledonen, die Stengeloberfläche in eine Ebene ausgebreitet gedacht. — Fig. 35. Iberis amara, mit spiraliger Blattstellung und einzeln in den Laubspross eintretenden Blattspuren; die Ziffern bezeichnen die nach dem Alter aufeinander folgenden Blattspurstränge an ihrer Austrittstelle in das Blatt. — Fig. 36. Aristolochia Clematitis, mit zweizeilig-abwechselnden Blättern. Drei Blattspuren treten in das jedesmalige Internodium; die mittlere derselben theilt sich sofort in zwei Schenkel (*a*, *f*, *l*), welche durch das erste Internodium neben einander herziehen, um im nächsten Knoten wieder mit einander zu verschmelzen; die beiden seitlichen Blattspuren (*b* und *c*, *g* und *h*, u. s. w.) verlaufen ungetheilt durch zwei Stengelglieder und sind an der Ausbiegungsstelle in die Blattbasis mit den beiden Schenkeln der mittleren Blattspur durch je eine Anastomose verbunden; *d* und *e*, *i* und *k* etc. sind Gefässbündel der blattwinkelständigen Blüthenstände. — Fig. 37. Cerastium frigidum, mit gegenständigen Blättern, aus denen je eine Blattspur (*a*—*h*) in den Stengel tritt und sich hier gabelig verzweigt, rittlings die unter ihr stehende ältere Blattspur umfassend; *nop* sind in den Blüthenstiel einbiegende, *ki* und *lm* den Achselsprossen angehörige Stränge. — Nach Nägeli.

die beide durch zwischen den Gefässbündeln radial verlaufende Platten von Grundgewebe (Markverbindungen) in Zusammenhang stehen. Unsere Fig. 35—37 stellen ein paar Fälle des Blattspurverlaufes bei Dicotylen dar (siehe deren Erklärung). Abweichungen kommen bei Dicotyledonen z. B. in der Art zu Stande, dass ein Theil der Blattspuren sich sofort nach dem Eintritt in den Stamm zum typischen Ringe ordnet und in diesem radial senkrecht verläuft, während andere Blattspuren tiefer in das Mark eindringen und hier unregelmässig zerstreut bleiben oder auch zu Ringen sich gruppiren (die meisten Piperaceen und Cucurbitaceen; Phytolacca dioica, Actaea racemosa etc.) oder alle Blattspuren bilden nach ihrem Eintritt in den Stamm ein unregelmässig verästeltes Netz (Nymphaeaceen) etc.

Fig. 38.

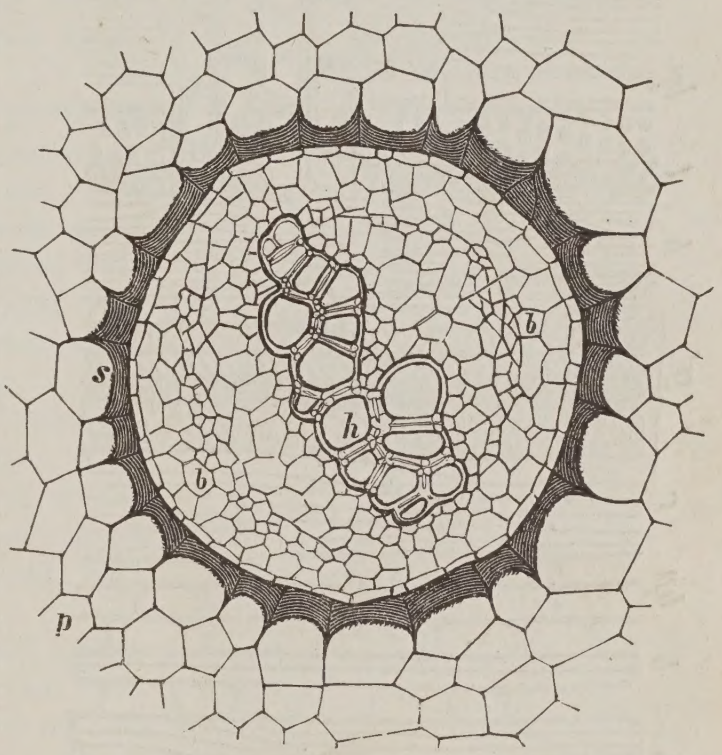


151. Jeder vollkommen ausgebildete Fibrovasalstrang besteht wenigstens aus zwei Gewebegruppen, die man nach ihren wichtigsten Zellenformen als Gefässtheil (Holz, Xylem) und Siebtheil (Bast, Phloëm) unterscheidet. Bei den Monocotyledonen und Gefässkryptogamen, sowie einigen Dicotyledonen, sind beide die einzigen Bestandtheile des als geschlossen bezeichneten Stranges, der, einmal ausgebildet, sich nicht durch Hinzufügung weiterer Gewebeelemente zu verdicken vermag (Fig. 38 und 39 und deren Erklärung). Die Gefässbündel in den Stämmen der Nadelhölzer und der meisten Dico-

Fig. 38. Querschnitt eines dünnen Seitenzweiges von Bambusa arundinacea (Vergr. 240). *e* Epidermis. *p* Parenchymatisches Grundgewebe. *b* Zwischen beiden gelegenes Sclerenchym des Hypoderms, welches einige Gefässbündel (*g*) einschliesst und nach aussen mit dünnwandigem Gewebe wechselt. In dem inneren grossen Fibrovasalstrange sind *g* getüpfelte Gefässe, *r* ein Ringgefäss, *n* Bast und *s* Strangscheide.

tyledonen sind dagegen offene, d. h. zwischen ihrem Gefäss- und Siebtheile (Holz und Bast) liegt noch ein zartwandiges, theilungsfähiges Gewebe, das Cambium (Fig. 40 und 41 *c*), welches bei ausdauernden Stämmen jährlich durch Vermehrung seiner Zellen und Differenzirung eines Theiles derselben in die Zellformen des Holzes und Bastes diese Gewebe um ein Beträchtliches verdickt und somit den ganzen Stamm an Umfang zunehmen lässt (§ 183—186). Bei den letztgenannten Pflanzen ist daher auch die gegenseitige Lage beider Theile eine beständige: der Gefässtheil liegt innen, dem Marke zugekehrt, der Siebtheil aussen, der Rinde zugewendet; zwischen beiden befindet sich das Cambium (Fig. 40 und 41 *c*). Doch kommen auch Fälle vor, in denen auf der Innenseite des Gefässtheiles sich noch ein zweiter Siebtheil befindet. Bei den Monocotyledonen dagegen liegen Gefäss- und Siebtheil oft verschieden: einmal bildet der Siebtheil die äussere, der Gefässtheil die innere Hälfte des Stranges; oder letzterer umgiebt concentrisch den central gelegenen Siebtheil (Rhizome von Asparagus, Iris etc., Zwiebeln von Lilium, Fritillaria u. s. w.), wobei jedoch Uebergänge zur ersten Lagerung vorkommen (Fig. 38). In den Fibrovasalsträngen der Gefässkryptogamen liegt der Gefässtheil allseitig vom Siebtheile umschlossen in der Mitte des Stranges (Fig. 39). Gefässbündel mit neben einander gelegenem Sieb- und Gefässtheile werden als collaterale, solche mit centralem Gefäss- oder Siebtheile als concentrische Stränge bezeichnet.

Fig. 39.



152. Gefäss- und Siebtheil lassen im typischen Fibrovasalstrange die folgenden, nicht immer scharf von einander unterscheidbaren Haupt-Zellenformen erkennen. Im Gefässtheile (Xylem) treffen wir:

a. Gefässe (Holzgefässe), lange Röhren, die aus je einer Reihe über einander stehender Zellen durch Auflösung der Querwände der letzteren

Fig. 39. Querschnitt eines Fibrovasalstranges von Polypodium leiorrhizum Wall. (Vergr. ca. 200). *p* Parenchym des Grundgewebes. *s* Stützscheide und die innerhalb derselben gelegene Schicht dünnwandiger, tangential gestreckter Zellen die Schutzscheide des Stranges; *b* Sieb- und *h* Gefässtheil des letzteren.

entstehen (Zellfusionen). Ihre Wände sind meist mehr oder minder verdickt, die Verdickungen in Form von Ringen, Spiralen und Netzfasern vertreten oder die nicht verdickten Wandstellen als einfache oder auch gehöfte Tüpfel ausgebildet (Fig. 40, 41 *g*). Die Art der Auflösung der Querwände in der ursprünglichen Zellreihe richtet sich im Allgemeinen nach ihrer Stellung. Horizontal oder annähernd so gestellte Wände werden entweder ganz resorbirt, oder es bildet sich auf ihnen ein grosser Tüpfel, dessen Membran später schwindet, so dass ein ringförmiger Theil der Querwand stehen bleibt (Fig. 40, *s*). Auf stark schief gestellten Querwänden werden während des Wachsthums des jungen Gefässes meistens schmale, spaltenförmige Tüpfel gebildet, die senkrecht zur Längsachse der ellipsoidischen Wand verlaufen und um so zahlreicher auftreten, je stärker letztere geneigt ist. Nach Resorption dieser Tüpfelmembranen erscheint die Querwand leiterförmig durchbrochen, wie dies namentlich bei getüpfelten Gefässen häufig der Fall ist, aber auch in Spiralgefässen vorkommt, in welchen dann

Fig. 40.

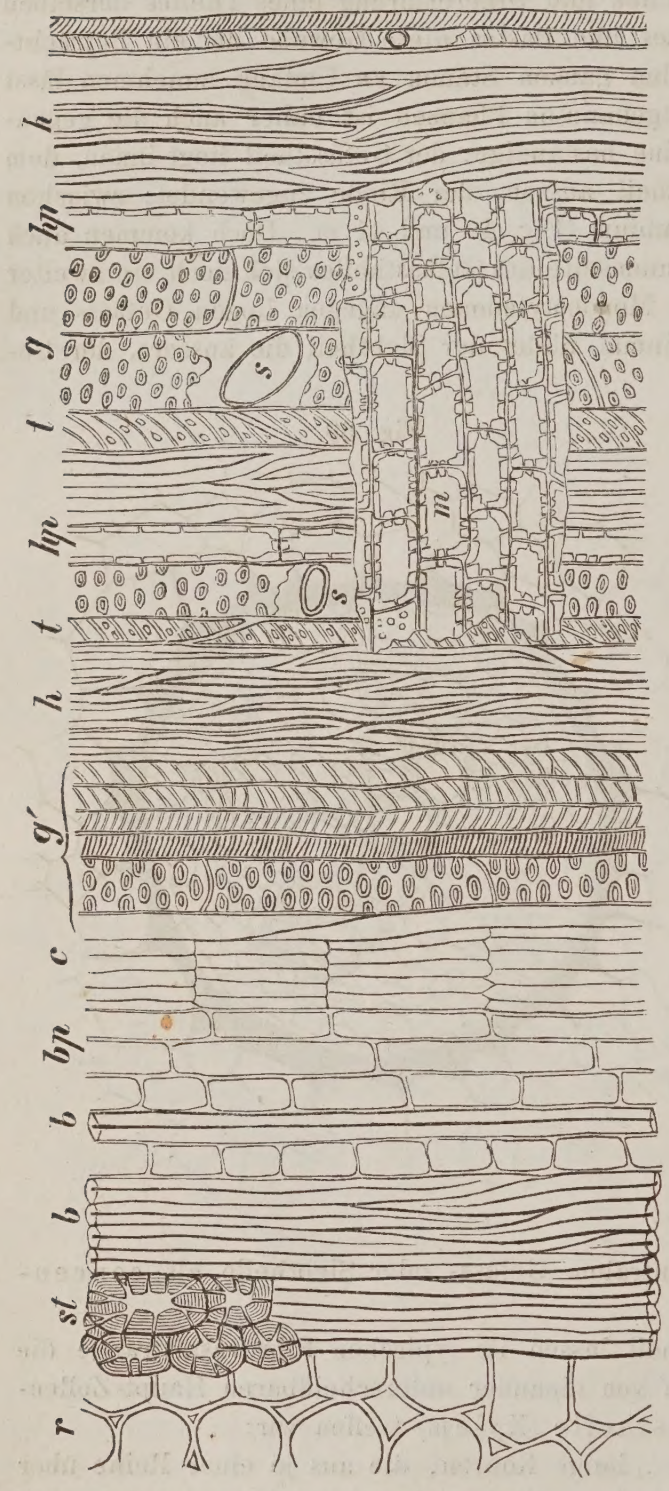


Fig. 40. Längsschnitt durch Gefäss- und Siebtheil (Holz und Bast) eines einjährigen Zweiges von Cytisus Laburnum, Ende Mai des nächsten Jahres. *r* Innerstes Rindenparenchym. *b* Bastzellen. *st* Steinzellen. *bp* Bastparenchym. *c* Cambium. *g'* Gefässe und Holzzelle des jungen Holzes. *h* Holzzellen (Libriform). *t* Tracheïden. *hp* Holzparenchym. *g* Gefässe. *m* Markstrahl. *s* Die durchbrochenen Querwände der Gefässe. Von *h*—*h* Holzring des ersten Jahres. Vergr. 200, etwas schematisirt.

Windungen der Spiralfasern unmittelbar in einzelne Leitersprossen übergehen.

Nicht selten wächst die zarte Schliesshaut der Gefässtüpfel unter dem Turgordrucke benachbarter saftreicher Parenchymzellen blasenförmig in das Innere des Gefässes hinein, so dass dieses oft zahlreiche, später durch Querwand von der Mutterzelle abgegrenzte, blasenförmige oder auch durch gegenseitigen Druck polyëdrisch abgeflachte Zellen enthält, die als Thyllen bezeichnet werden und die im Herbste oft Stärke als Inhalt führen (Vitis, Platanus, Quercus, Robinia, Rhus).

Das vollständig augsebildete Gefäss führt keinen Plasmainhalt mehr, sondern Wasser und Gase (atmosphärische Luft, gemischt mit von der Pflanze im Inneren ausgeschiedenen Gasen) in Form einer von Luftblasen unterbrochenen Wassersäule.

b. Holzzellen (Holzprosenchym), prosenchymatische, meist stark verdickte Zellen von oft bedeutender Länge, unter denen als Haupttypen unterschieden werden können:

aa. Tracheïden oder gefässartige Holzzellen. Diese sind meist dünnwandiger und kürzer als die folgende Form, aber stets behöft getüpfelt und zwischen den Tüpfeln oft noch spiralförmig verdickt (Fig. 40, *t*). Auch sie führen im ausgebildeten Zustande keinen Plasmainhalt mehr, stimmen also darin mit den Gefässen überein, von dessen Elementen sie sich oft nur durch das Fehlen der Wanddurchbrechung

Fig. 41.

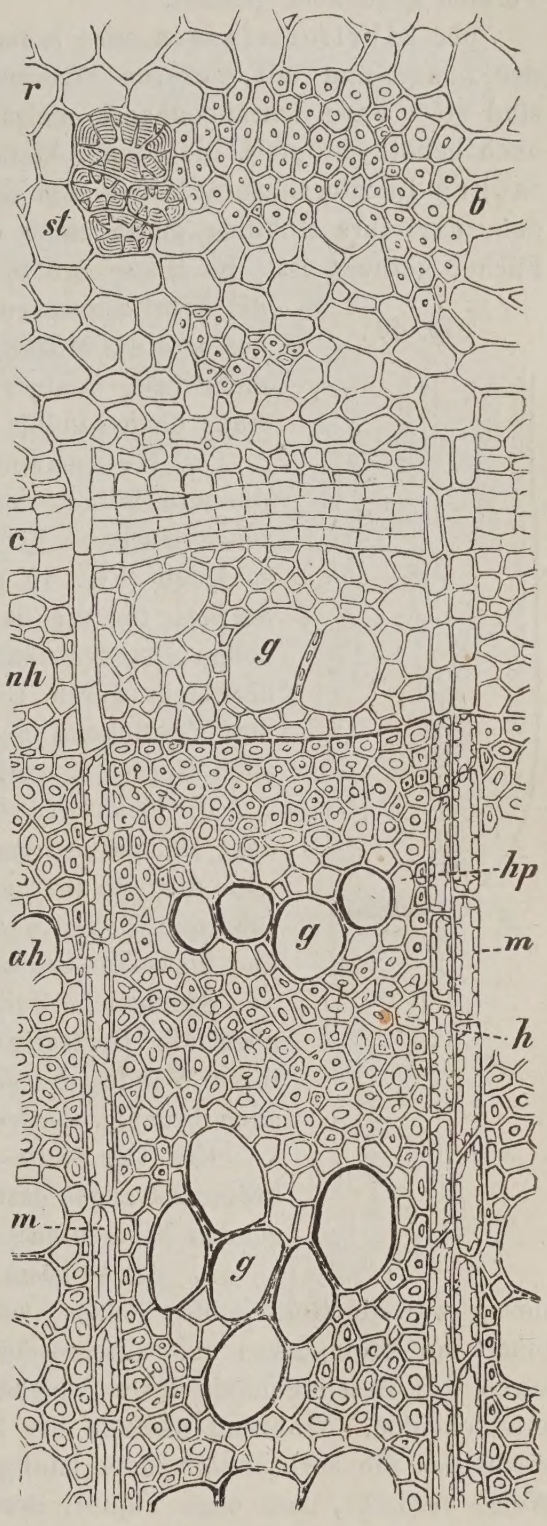
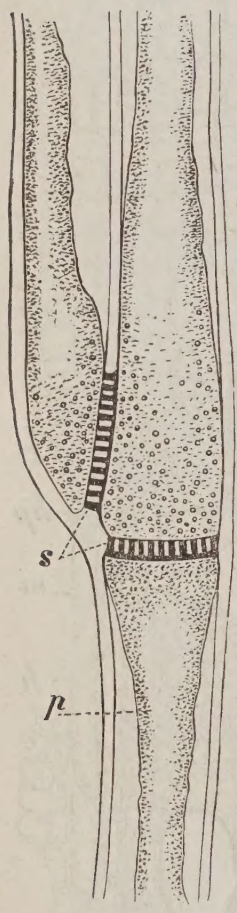


Fig. 41. Querschnitt durch das entsprechende Zweigstück der Fig. 40. *r* Innerstes Rindenparenchym. *b* Bastzellen. *st* Steinzellen. *c* Cambium. *nh* Diesjähriges, *ah* vorjähriges Holz, *g* Gefässe, *h* Holzzellen (Libriform) und Tracheïden, *hp* Holzparenchym, *m* Markstrahlen. Vergr. ca. 200, etwas schematisirt.

an ihren Enden unterscheiden. Da letztere manchmal sogar an einem Ende eintritt, so ist kaum eine scharfe Grenze zu ziehen und es werden daher auch wohl Gefässe und Tracheïden zusammen als Tracheen den folgenden Formen gegenüber gestellt.

bb. Libriformfasern oder bastartige Holzzellen von meist bedeutender Länge und mit dickeren Wänden wie die Tracheïden. Ihre Wände sind stets ohne Schraubenband, meist einfach und geschlossen, manchmal auch behöft getüpfelt, die Tüpfel klein (Fig. 40 und 41, *h*). Von den einfachen Libriformfasern lassen sich die gefächerten dadurch unterscheiden, dass ihre Höhlung durch zarte Querwände in übereinander stehende Fächer getheilt ist. Im Holze der dicotylen Bäume und Sträucher bilden die Libriformfasern meistens die Hauptmasse des Gewebes, und die Mittellamelle der benachbarten Zellen ist in mehr oder weniger scharf ausgeprägte Intercellularsubstanz umgewandelt (Fig. 25 auf S. 61 und Fig. 41).

Fig. 42.



c. Holzparenchym, von den Holzzellen durch dünnere Wände (mit einfachen Tüpfeln), die nicht prosenchymatische Form und lebenden Plasmainhalt unterschieden (Fig. 40 und 41, *hp*). Sein Winterinhalt ist Stärke, für die es neben den Markstrahl- und Markzellen Reservebehälter bildet; oft führen seine Zellen, die stets durch Quertheilung von Cambiumzellen vor der Verdickung der Wände der letzteren entstehen, auch Gerbstoff, oxalsauren Kalk oder Chlorophyll.

d. Ersatzfasern, prosenchymatische und dadurch dem Holzparenchym ähnliche, aber dünnwandige und wie die Holzparenchymzellen stets lebendes Plasma führende Zellen, welche das Holzparenchym begleiten und bisweilen ersetzen.

Sämmtliche Zellformen des Gefässtheiles, vorzüglich aber die Holzzellen, zeigen Neigung zur Verholzung ihrer Wände, die dadurch hart und in gewissem Grade auch brüchig werden.

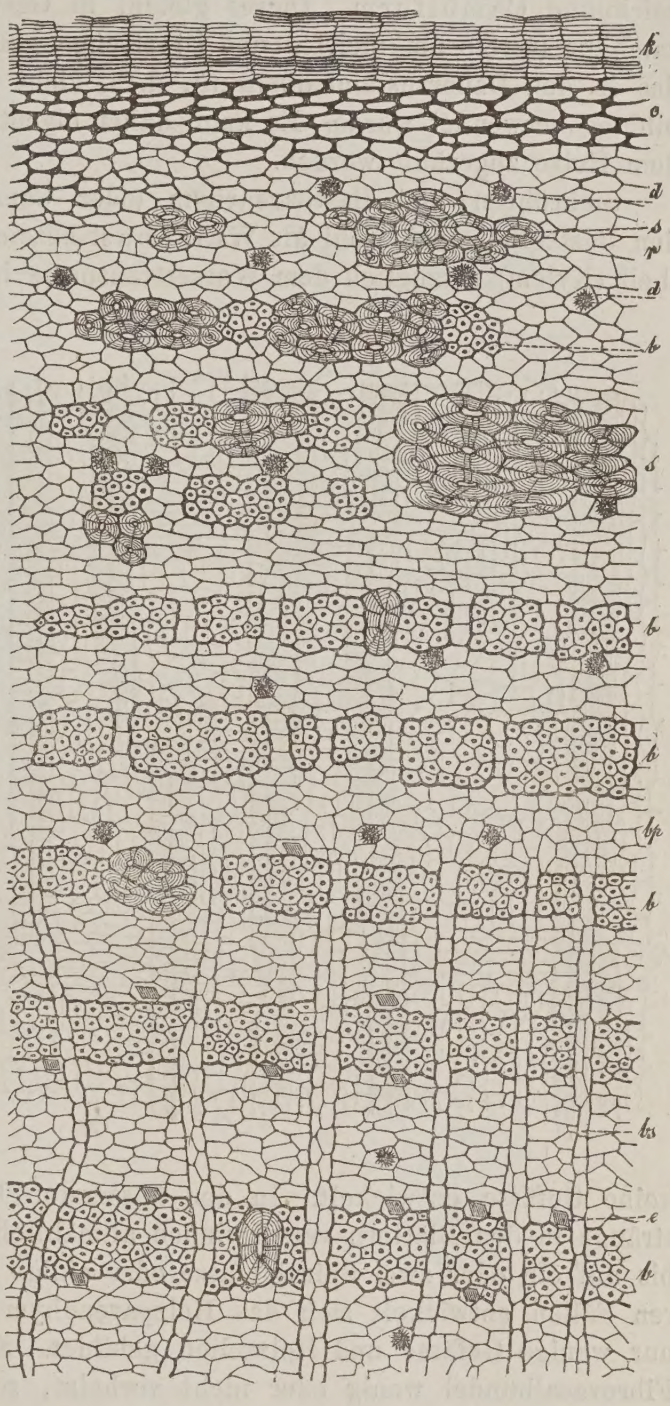
153. Der Sieb-, Bast- oder Phloëmtheil des Fibrovasalstranges besteht im vollkommensten Falle aus folgenden Elementen:

a. Siebröhren (Bastgefässe). Diese sind Zellfusionen wie die Gefässe des Holzes, von denen sie sich jedoch durch ihren Inhalt an Protoplasma mit ausserordentlich kleinen Stärkekörnern, sowie durch die Beschaffenheit ihrer weichen, nicht verholzten Wände scharf unterscheiden. Während nämlich die Seitenwände oft ziemlich zart sind, erscheinen die horizontalen, oder häufig schief gestellten Querwände in der Weise verdickt, dass enge Tüpfel, deren Membran später aufgelöst wird,

Fig. 42. Drei Siebröhren von Bignonia radicans an der Stelle, wo dieselben mit ihren Siebplatten (*s*) aneinander grenzen. Die kleinen Kreise bedeuten die im zusammengefallenen Protoplasmakörper (*p*) enthaltenen Stärkekörnchen. Vergr. 600. Optischer Längsschnitt. Nach Briosi.

ihnen das Aussehen einer Siebplatte (Fig. 42 *s*) geben, durch deren mehr oder minder zahlreiche Durchbohrungen die Inhalte zweier übereinander stehender Zellen mit einander in Verbindung treten. Da die Querwand häufig breiter als der Querdurchmesser der Siebröhre ist, so erscheint diese dann an ihren Enden fussförmig aufgetrieben. Auch auf den Seitenwänden zeigen die Siebröhren oft Siebplatten (Fig. 42).

Fig. 43.



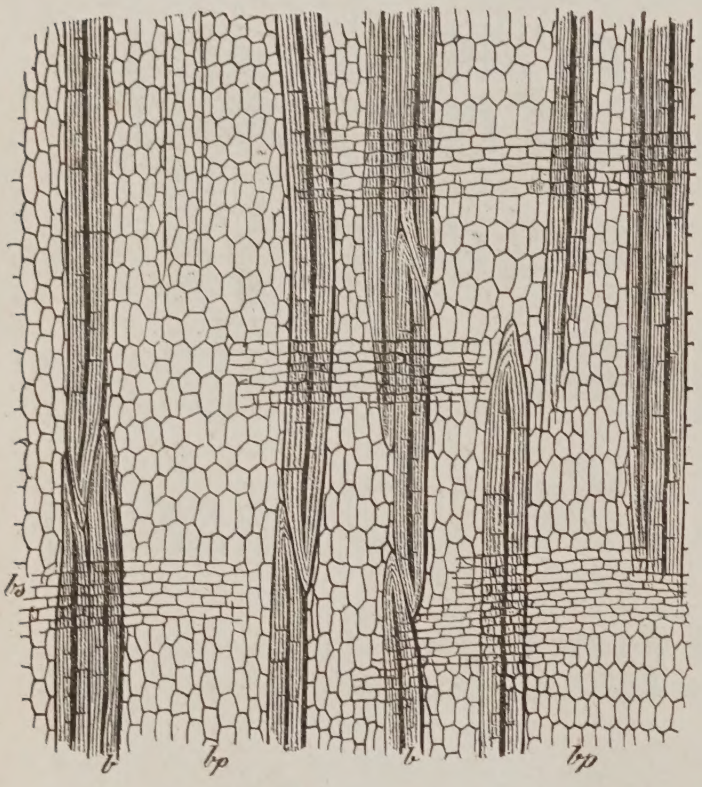
b. Bastzellen (Bastfasern), prosenchymatische, lang gestreckte, meist sehr dickwandige, oft sogar bis zu spaltenförmig verengerter Höhlung verdickte, häufig mit einfachen und meist engen Tüpfeln versehene Zellen (Fig. 40, 41, 43, 44: *b*), die zähe und geschmeidig bleiben und sich dadurch vorzüglich von den Holzzellen unterscheiden, denen sie sonst in jeder Beziehung entsprechen, mit denen sie sogar oft Verzweigung ihrer Enden, sowie Fächerung der Höhlung durch zarte Querwände theilen. Sie sind meist bündelweise gelagert und dann ist die Mittellamelle benachbarter Bastzellen in der Regel cuticularisirt, in anderen Fällen (Coniferen, Cytisus Laburnum etc.) aber auch verschleimt.

Fig. 43. Querschnitt der Rinde von Quercus pedunculata. Vergr. ca. 80. *k* Kork. *c* Collenchym. *r* Chlorophyllhaltiges Rindenparenchym, in welchem die Zellen *d* Drusen von Kalkoxalat führen. *s* Steinzellen. *b* Bastzellenbündel und *e* die dieselben begleitenden Zellen mit Einzelkrystallen von oxalsaurem Kalk. *bs* Baststrahlen. *bp* Bastparenchym.

c. Bastparenchym, dem Holzparenchym entsprechend, aus dünnwandigen Zellen gebildet (Fig. 40—44: *bp*). Sind dieselben besonders lang und sehr dünnwandig, wie dies bei den geschlossenen Leitbündeln der Monocotyledonen und Gefässkryptogamen häufig der Fall ist, so führen sie die Bezeichnung Cambiform. Dieses gleicht in Gestalt, Grösse etc. dem Procambium (§ 180) am meisten und ist strenge genommen auch Procambium, das in den Dauerzustand überging, d. h. nicht weiter zur Bast- und Holzbildung verwendet wurde. Es kann daher eigentlich weder dem Baste noch dem Holze zugezählt werden.

Siebröhren und Bastparenchym (oder Cambiform) werden gegenüber den Bastzellen auch wohl als Weichbast bezeichnet. Während der Gefässtheil (Xylem) vorzüglich dem Wassertransporte in der Pflanze dient, werden im Weichbaste namentlich die eiweissartigen Nährstoffe nach den Verbrauchsorten derselben geleitet.

Fig. 44.



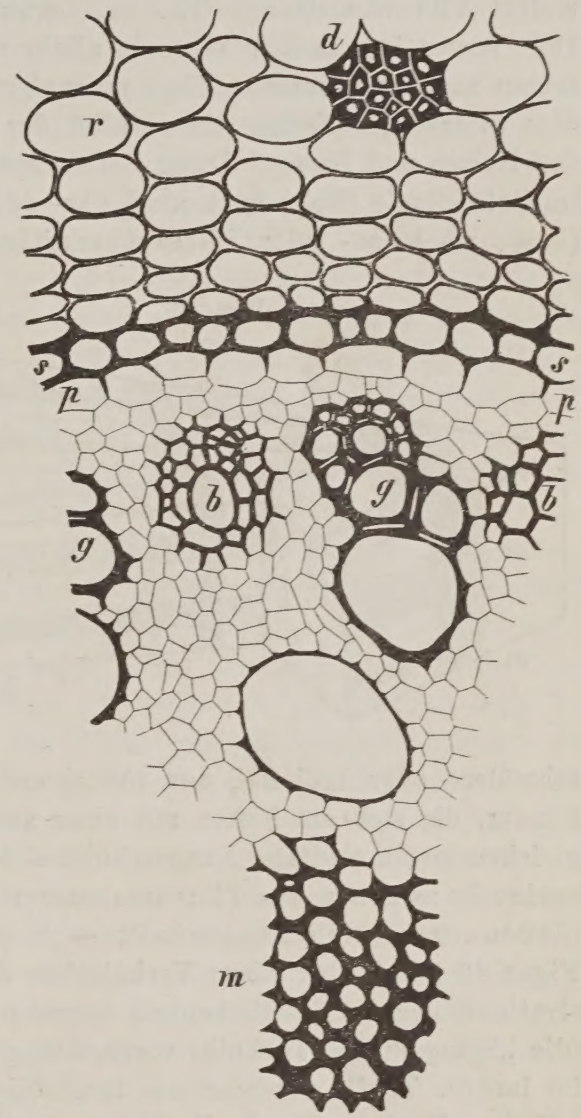
154. Die in den §§ 152, 153 aufgeführten Gewebeelemente der Fibrovasalbündel sind nicht immer sämmtlich in jedem Strange vorhanden, vielmehr fehlen einzelne gar häufig. So besitzt der Siebtheil manchmal keine Bastzellen (Cucurbita), während der Weichbast wohl nie fehlt. Bei den Nadelhölzern werden nach dem zweiten Jahre der Entwickelung eines Triebes aus dem Cambium nur Tracheïden, keine Gefässe entwickelt. In den äussersten Endigungen der Fibrovasalstränge in den Blättern verschwinden allmählich alle Zellformen derselben bis auf ein oder zwei Spiralgefässe oder einige Cambiformzellen. In anderen Fällen entwickelt sich das Holzparenchym sehr stark und es werden nur wenige Gefässe und Holzzellen gebildet. Sind dann gleichzeitig diese Fibrovasalbündel wenig oder nicht verholzt, so bleibt das ganze Gewebe eines solchen Organes weich und saftig und der Holzkörper stellt scheinbar das Mark derselben dar (Kartoffelknolle, Rübe, Möhre, Rettig etc. — von denen wir bei abnormer Verholzung der Fibrovasalbündel sagen, dass sie

Fig. 44. Längsschnitt aus dem Siebtheile (Bast) der alten Rinde von Cinchona Calisaya. *b* Bastzellen, *bp* Bastparenchym, *bs* Baststrahlen. Vergr. 65. Nach Berg.

holzig oder stockig und damit für unseren Küchenverbrauch nicht verwendbar sind).

155. Die primären Fibrovasalstränge der Wurzeln zeigen eine von denen des Stammes abweichende Lagerung ihrer Theile. Im Centrum des Querschnittes liegen mehr oder minder zahlreiche, radial verlaufende Gefässtheile, deren äusserste dickwandige Gefässe die ältesten, deren innere dünnerwandige die jüngsten jeder Gruppe sind (Fig. 45 und deren Erklärung). Bei wenigen (2—3) solcher Gefässtheile in dünnen Wurzeln treffen diese im Centrum meistens zu einem den Strang halbirenden Bande oder einem dreistrahligen Sterne zusammen; sind dagegen mehr Gefässtheile vorhanden, so lassen diese (namentlich in dickeren Wurzeln) im Centrum ein parenchymatisches Mark zwischen sich (Fig. 45 *m*). Zwischen den äusseren Gefässen je zweier benachbarter Gefässtheile liegt je ein Siebtheil (Fig. 45 *b*). Die ganze axile Fibrovasalmasse, von der man nicht weiss, ob sie einen einzigen Strang repräsentirt oder aus mehreren Strängen zusammengesetzt ist, wird von einer einfachen Gewebeschicht zartwandiger Zellen, dem Pericambium (Fig. 45 *p*), umgeben und ausserdem noch von einer gewöhnlich sehr charakteristischen Schutzscheide (§ 160—Fig. 45 *s*), sowie im weiteren Umfange von der meist mächtig entwickelten Wurzelrinde (Fig. 45 *r*) umhüllt, welch' letztere häufig weite Luftgänge und manchmal Sclerenchymbündel enthält (Fig. 45 *d*).

Fig. 45.



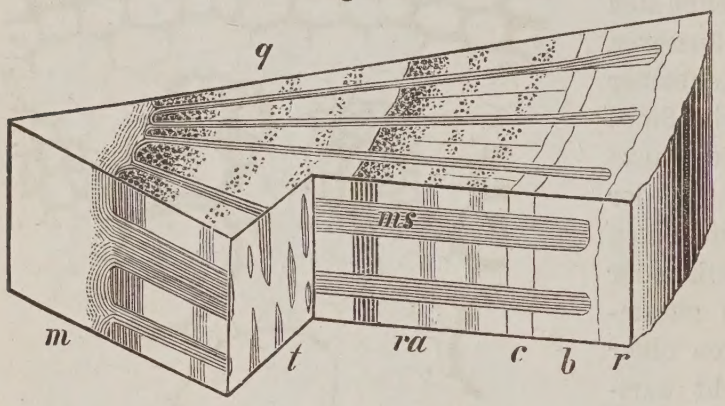
3. Das Grundgewebe.

156. Alle nicht zum Hautgewebe oder Fibrovasalsystem gehörenden Gewebemassen bilden das Grundgewebe des Pflanzenkörpers. Manche seiner

Fig. 45. Stück eines Querschnittes durch einen Zweig der Keimwurzel von Phoenix dactylifera (Vergr. 240). *r* Innere Schichten der Rinde. *d* Sclerenchymbündel in derselben. *s* Schutzscheide. *p* Pericambium. *g* radial geordnete plattenförmige Gefässtheile, die äussersten ältesten Gefässe sehr eng und dickwandig, die inneren jüngsten weit und dünnerwandig. *b* Siebtheile. *m* dickwandige Markzellen.

Zellenformen sind häufig von solchen der übrigen Gewebe kaum oder nicht unterscheidbar (§ 157). Bei Pflanzen mit nicht umfangreich entwickelten, namentlich geschlossenen Fibrovasalsträngen ist das Grundgewebe oft der Hauptbestandtheil des betreffenden Organes (Stämme vieler Farne und Monocotyledonen), während es in Stämmen mit lange anhaltendem Dickenwachsthume (Dicotyledonen, Coniferen) durch die mächtige Ausbildung der Fibrovasal-, namentlich Holzmassen in den Hintergrund tritt. In diesen nimmt es gewöhnlich einen centralen, als Mark bezeichneten, und einen peripherischen Theil, die Rinde ein (§ 150); letztere ist in Axen mit centralem Fibrovasalstrange (Elodea, Ceratophyllum, Hottonia — vgl. §§ 149, 150), ferner in manchen Wurzeln allein vorhanden. Zwischen beiden durchsetzen radial verlaufende Züge parenchymatischer, in der Richtung des Radius gestreckter Zellen die parallel der Längsachse gestreckten Elemente des Holzes und Bastes. Diese Zellenzüge sind die Markstrahlen, welche im Gefässtheile (Holz) auch als Holz- oder Xylemstrahlen, im Siebtheile (Bast) als Bast- oder Phloëmstrahlen bezeichnet werden (Fig. 40 und 41 *m*, 43 und 44 *bs*).

Fig 46.



Je nach der Richtung, in der man sie betrachtet, erscheinen sie entweder als radial auf grössere oder geringere Strecke durch den Stamm verlaufende einfache oder mehrschichtige Zellreihen (Querschnitt — Fig. 41 *m*, 43 *bs*), oder als schmälere oder breitere, aus übereinander stehenden Zellreihen gebildete Bänder, die sich am besten mit einer aus Ziegeln aufgeführten Mauer vergleichen lassen (radialer Längsschnitt — 40 *m*, 44 *bs*), oder als linsenförmige, senkrecht zwischen den Fibrovasalmassen stehende Zellgruppen oder Zellenplatten (tangentialerLängsschnitt — S. 37, Fig. 15 *m*). Die schematische Figur 46 giebt über diese Verhältnisse den besten Aufschluss; als Demonstrationsobject ist das Eichenholz wegen seiner ausgezeichnet breiten Strahlen (die „Spiegel" der Technik) vorzüglich geeignet. — In dünnen Zweigen und im inneren Theile des Stammes langlebiger Bäume stehen die Markstrahlen mit dem Marke selbst in Verbindung, wie die Markverbindungen in schwächeren krautigen Dicotylenstengeln (§ 150). Bei lange andauerndem Wachsthume werden jedoch in den späteren Holz- und Bastlagen neue Strahlen

Fig. 46. Schematische Darstellung des Stammbaues. *m* Mark; die von diesem auslaufenden Markstrahlen *ms* sind im Quer- (*q*), Radial- (*ra*) und Tangentialschnitte (*t*) sichtbar. *c* Cambium. *b* Bast. *r* Rinde. In dem zwischen Mark und Cambium liegenden Holze sind zwei Jahresringe sichtbar, deren Gefässe auf dem Querschnitte durch Punkte, auf dem Radialschnitte durch senkrechte Striche angedeutet wurden.

erzeugt, die in grösserer oder geringerer Tiefe endigen, ohne sich mit dem Marke zu verbinden.

157. Das Grundgewebe ist bald parenchymatisch, bald prosenchymatisch entwickelt. Im letzteren Falle sind die Zellen desselben häufig den Bastzellen (§ 153) gleich gebildet: stark, oft bis fast zum Verschwinden der Höhlung verdickt, bald geschmeidig, bald stärker verholzt, bald mit hornartig erhärteten, oft gefärbten Wänden als Sclerenchym ausgebildet. Sie tragen dann nicht unwesentlich zur Festigkeit der Axe bei, sind daher in solchen Fällen auch gewöhnlich zu Bündeln (Fig. 45 *d* — Blätter der Nadelhölzer), oder zu ringförmigen, unter der Epidermis liegenden oder die Gefässbündel ganz oder theilweise umhüllenden Massen vereinigt (S. 78, Fig. 38, *b*, *s*). In vielen Pflanzen bilden sie als solche das bereits im § 143 erwähnte Hypoderm, das bei anderen aus dem ebenfalls zum Grundgewebe gehörenden, a. a. O. genannten Collenchym besteht.

Im Grundgewebe treten ausser den Collenchym- und Sclerenchymzellen und mit letzteren durch Uebergänge verbunden häufig noch Schichten oder Nester von Steinzellen auf: parenchymatische Zellen mit sehr dicken, gewöhnlich geschichteten und von einfachen oder verzweigten Tüpfelcanälen durchsetzten, sclerenchymatisch verhärteten Wänden (Fig. 40 und 41 *st*; Fig. 43 *s*). Sie sind namentlich häufige Begleiter der Bastzellen unserer Bäume und Sträucher, finden sich aber auch im Fleische vieler saftiger Früchte (Olea: Fig. 12, S. 35 — steinige Birnen). Beim sogenannten Steinobste (Amygdaleen), sowie in vielen anderen Früchten (Juglans), besteht die Innenschicht der Fruchtschale (der Stein) aus derartigen Steinzellen.

Im Blattstiele der Nymphaeaceen finden sich in den Scheidewänden zwischen den Luftcanälen verzweigte, dickwandige, mit Cuticularknoten besetzte, den Sternhaaren ähnliche Zellen, deren Aeste in die Luftgänge hineinragen. Aehnliche, sehr dickwandige, H-förmige Zellen, die sich nach Form der Aeste und Beschaffenheit der Wand mit den Sclerenchymzellen vergleichen lassen, sind im Gewebe der Monsterineen (Unterfamilie der Aroideen) vorhanden. Unregelmässig verzweigte, oft sehr dickwandige Zellen mit geschichteter Wand treten häufig im Marke und im Füllgewebe vieler Blätter (z. B. Camellia) auf. Alle diese Formen werden wegen ihrer Aehnlichkeit mit Haarbildungen (Trichomen) auch als Trichoblasten bezeichnet. Ihnen verwandt sind die spindelförmigen, einfachen oder verzweigten, sehr dickwandigen sogenannten Spicularzellen von Welwitschia, welche sich durch ihrer Wand eingelagerte grosse Krystalle oxalsauren Kalkes auszeichnen (§ 87).

158. Nach neuerer Auffassung wird das prosenchymatische (sclerenchymatische) Grundgewebe häufig auch als „Bast" bezeichnet und sammt den echten Bastzellen und dem Libriform der Gefässbündel wegen seiner mechanischen Leistungen für die Festigkeit der Axe als mechanisches System den übrigen, meist keine beträchtliche Widerstandsfähigkeit entwickelnden Gewebeelementen entgegengestellt. Die Gruppirung der mechanisch wirksamen Bestandtheile des Gewebes in Axe und Blatt würde auch den Gesetzen der Mechanik entsprechen, nach welchen die Anordnung der widerstandsfähigen Elemente in cylindrischen Organen (Stengeln, z. B. den hohlen

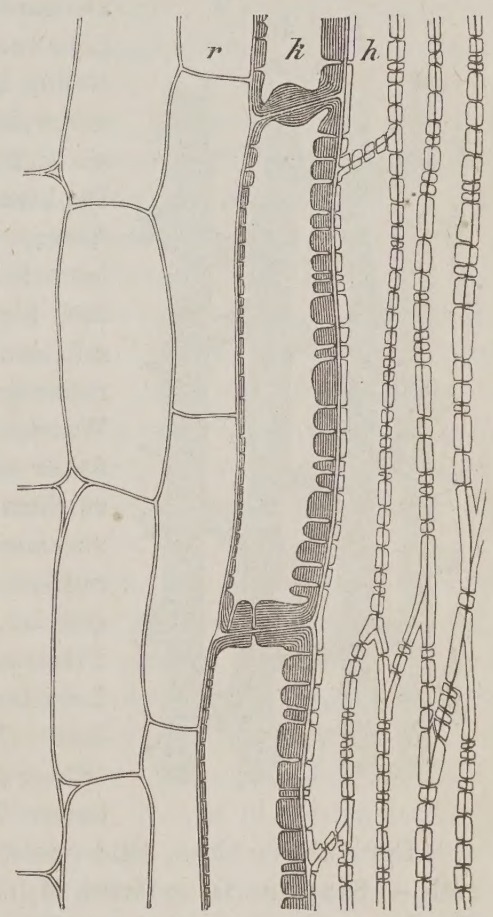
Axen der Gräser), bei denen die biegende Kraft in allen zur Längsaxe rechtwinkeligen Richtungen wirksam sein kann, im Allgemeinen eine peripherisch-kreisförmige, in Flächenorganen (Blättern — z. B. Grasblatt), deren Festigkeit vorzugsweise in der Richtung senkrecht zur Flächenausdehnung einer Steigerung bedarf, eine oberflächlich-zweireihige sein muss. Nach solchen Anschauungen würden die Gewebesysteme der Pflanze nicht als von morphologischen, sondern in erster Linie als von physiologischen Gesetzen abhängig betrachtet. Einer Vereinigung beider Ansichten steht nichts entgegen: es zeigt sich hier, wie auch in manchen anderen Fällen (z. B. den blattähnlichen Zweigen etc.), dass die verschiedenartigsten, morphologisch ungleichwerthigen Glieder einer Pflanze, wenn sie dieselben Functionen übernehmen, sich auch diesen in gleichem Sinne zweckmässig anpassen. Zur Vermeidung von Irrungen ist es jedoch rathsam, die Bezeichnung „Bast" nur topographisch für den im § 153 charakterisirten Siebtheil der Gefässbündel zu gebrauchen.

159. Das parenchymatische Grundgewebe besteht gewöhnlich aus saftreichen, dünnwandigen, in der Regel Intercellularräume zwischen sich lassenden Zellen. Wo es sich in grossen Massen entwickelt, wird es oft als Füllgewebe bezeichnet, das bald chlorophyllarm oder chlorophyllos (so namentlich im Inneren knolliger Stämme, dickfleischiger Blätter und saftiger Früchte), bald chlorophyllreich ist. In den Blättern der höheren Pflanzen (Gefässkryptogamen, Phanerogamen) bildet chlorophyllhaltiges Füllgewebe (hier Mesophyll oder Blattparenchym genannt) gewöhnlich die Hauptmasse des Blattes, die beiderseits von der Epidermis eingeschlossen wird und in welcher die Fibrovasalstränge (Blattnerven) verlaufen. Auch die grüne Rinde jugendlicher Stengel und Zweige besteht aus chlorophyllhaltigem Parenchym, das hier, wie im Blatte, in erster Linie der Assimilation dient, daher als Assimilationsgewebe bezeichnet werden kann. Bei den niederen, noch Blätter tragenden Pflanzen ist der Bau derselben einfacher. Das Blatt der Lebermoose besteht aus einer einfachen Zellenlage ohne Spaltöffnungen und Nerven. Auch die Blattspreite der Laubmoose ist ihrer grössten Ausdehnung nach einschichtig, wird aber in der Mittellinie meist von einem mehrschichtigen Zellenstrange durchzogen, der als Mittelnerv bezeichnet wird, aber keine Gefässe besitzt (§ 167). Den Laubmoosblättern ähnlich gebaute, aber mit Nerven aus wahren Gefässbündeln versehene Blätter kommen unter den niedrigst organisirten Farnen bei den meisten Hymenophyllaceen vor.

160. Als Schutzscheide oder Endodermis bezeichnet man eine einfache Schicht eigenthümlich gebauter Zellen, welche den gesammten Gefässbündelkörper einer Wurzel (Fig. 45 *s*) oder den axilen Fibrovasalstrang gewisser Stengel (Hippuris, Elodea, Myriophyllum, Ceratophyllum, Callitriche) oder den stark entwickelten Gefässbündelcylinder anderer Phanerogamenaxen (Primula; Rhizome von Carex hirta, Acorus Calamus, Iris), in anderen Fällen auch jeden einzelnen Fibrovasalstrang umgiebt (Farnkräuter, Primula auricula, Menyanthes, Nuphar — Fig. 39 auf S. 79), gegen das umgebende Grundgewebe meist scharf abgegrenzt und wohl dazu dient, den Säfteaustausch zwischen Gefässbündeln und parenchymatischem Grundgewebe zu

verlangsamen. Die Zellen dieser Schutzscheide sind im Allgemeinen vierseitig-prismatisch, mehr oder minder gestreckt, wenigstens anfänglich, oft zeitlebens dünnwandig, die Wände mehr oder weniger verkorkt, die lückenlos untereinander verbundenen Radialwände durch eine eigenthümliche zarte und wellige Querfaltung ausgezeichnet, welche sich über die Endflächen von einer Seite zur anderen fortsetzt. In anderen Fällen erfahren die Zellen der Schutzscheide mehr oder weniger starke, mit Verholzung oder Verkorkung verbundene Verdickung, letztere meist auf der Innenseite stärker, als auf der Aussenseite, die Verdickungsmassen geschichtet und getüpfelt (Wurzeln von Cyperaceen, Triticum repens, Smilax — Sarsaparillewurzeln, in welchen die Schutzscheide gewöhnlich als Kernscheide bezeichnet wird; Fig. 45 *s*, 47 *k*). In vielen Monocotyledonen-Rhizomen (Carex) finden sich in der Region, welche die Endodermis bei Verwandten einnimmt, im erwachsenen Zustande mehrere Schichten dickwandiger, sclerenchymartiger Zellen, welche wohl wesentlich als mechanische Elemente functioniren. Aehnliche Lagen von Sclerenchymzellen finden sich als „Stütz- oder Strangscheiden" der Gefässbündel auch in den Stengeln vieler Monocotyledonen, z. B. von Gräsern (Fig. 38 *s*), oder die Schutzscheide wird extra von einer Schicht sclerenchymatischer Zellen umgeben (Fig. 39 *s*).

Fig. 47.



4. Die Secretbehälter.

161. Im Inneren der Gewebe treten oft Secrete ähnlicher Art auf, wie sie von Drüsenhaaren der Epidermis (§ 141) producirt werden, also: Schleim und Gummi, Harze, ätherische Oele und die als Balsam bezeichneten Gemenge der letzteren beiden Substanzen, oder Emulsionen von Gummi mit Harzen, die im eingetrockneten Zustande als Gummiharze bezeichnet werden, oder Milchsaft, Krystalle etc. Diese Secrete finden sich entweder in besonderen meist schlauchförmigen Zellen oder Zellfusionen, die mit der Gewebedifferenzirung aus bestimmten Meristemzellen entstehen und unter oft beträchtlichem Wachsthum sich allmählich mit den genannten Körpern anfüllen; oder aber die Secrete werden in besondere Intercellularräume hinein ausgeschieden.

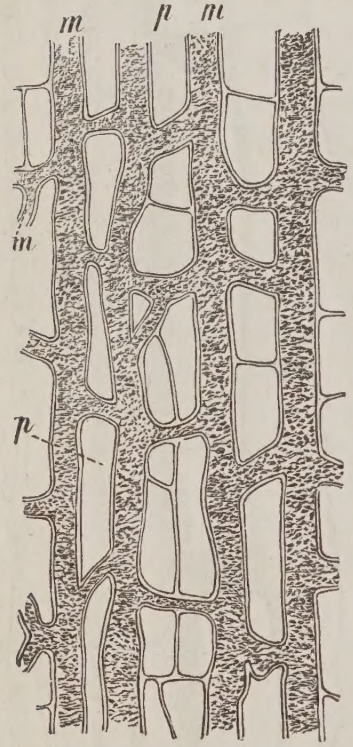
162. Die Milchzellen (ungegliederten Milchröhren) der Euphorbiaceen, Asclepiadeen, Apocyneen und Moreen sind langgestreckte, sehr

Fig. 47. Veracruz-Sarsaparille, Längsschnitt aus der Region der Schutz- oder Kernscheide *k*. — *r* Rindenparenchym, *h* Holzzellen der Gefässbündel. Vergr. 240.

reich verzweigte, bald ziemlich dickwandige (Euphorbia) bald dünnwandige (Nerium, Ficus) und dann schwieriger zu verfolgende Zellen. Sie sind mit allen ihren Verzweigungen auf wenige Zellen des Embryo zurückführbar, wachsen an ihren in den Vegetationspunkten der Sprosse und Wurzeln liegenden Enden mit den Vegetationspunkten stetig und vorwiegend in der Rinde fort, und senden von letzterer aus Zweige durch den Holzkörper in das Mark. Ebenso sind die Milchzellen der Blätter nur Verlängerungen solcher der Internodien des Stengels.

163. Dagegen dürfen die Milchgefässe der Papaveraceen, Papayaceen, Cichoraceen, Campanulaceen, Lobeliaceen, Convolvulaceen, Aroideen etc. nicht mit den Milchzellen verwechselt werden. Dieselben sind Zellfusionen, durch Auflösung der betreffenden Scheidewände (wie die Gefässe des Holzes) aus ganzen Zellenreihen hervorgegangen (daher gegliederte Milchröhren). In den seltensten Fällen bleiben diese Röhren einfach oder wenig verzweigt (Chelidonium, Musa); meist verzweigen sie sich reichlich, indem die Röhre an zahlreichen Punkten Aussackungen treibt, die zu cylindrischen Aesten auswachsend sich seitlich zwischen die benachbarten ungleichartigen Gewebe drängen und hier theils blind endigen, theils aber auch mit den Aesten benachbarter Milchröhren in Berührung treten und unter Lösung des trennenden Wandstückes mit ihnen verschmelzen. Es treten daher die zahlreichen Milchröhren zu einem meist reichmaschigen Netze communicirender Röhren zusammen, wie es für die Milchgefässe so charakteristisch ist (Fig. 48), und das sowohl im Grundgewebe, als auch namentlich im Siebtheile der Fibrovasalstränge (Campanulaceen, Cichoraceen, Lobeliaceen) oder im Gefässtheile derselben verläuft (Papayaceen). — Bei einzelnen Pflanzen (Rhus, Alisma etc.) wird der Milchsaft von benachbarten Zellen aus in Intercellulargänge secernirt.

Fig. 48.



Der bald farblose, bald (meist weiss, seltener gelb — Chelidonium, oder roth — Sanguinaria) gefärbte Milchsaft ist zum Theil eine Lösung, zum Theil Emulsion sehr verschiedener Pflanzenstoffe, von denen eine Anzahl zu den für den Stoffwechsel nicht zu verwerthenden Excreten gehört (Harz, Gummi, Kautschuk, Alkaloide), während andere im Stoffwechsel Verwendung finden (Eiweisssubstanzen; Stärkekörner von stab- oder knochenförmiger Gestalt bei den Euphorbien; Fette). Besonders bemerkenswerth ist der Milchsaft von Carica Papaya und Ficus elastica durch seinen Gehalt an peptonisirenden Fermenten.

164. Als schlauchförmige Zellen mit verschiedenen Secreten als In-

---

Fig. 48. Tangentialschnitt aus dem Stengel von Lactuca sativa; *m* Netz der Milchgefässe, *p* die in den Maschen desselben liegenden Parenchymzellen. (Vergr. 240.)

halt sind folgende als die wichtigeren zu erwähnen. Schleimführende Schläuche finden sich bei Malvaceen, in der Rinde der Ulmen, im Parenchym der Orchis-Knollen. In den Schleimzellen der letzteren entwickelt sich die Schleimmasse aus einem Schleimtropfen, der zuerst im Inneren des Protoplasmas um ein neben dem Zellkerne gelegenes Raphidenbündel (§ 108) nach Art einer Vacuole (§ 61) entsteht und wachsend das Plasma und den Zellkern völlig verdrängt, während die Raphiden auch in der fertigen Schleimmasse erhalten bleiben. Mit derartigen Schläuchen dürfen nicht jene Gummi oder Bassorin (§ 85) führenden zellenförmigen Hohlräume verwechselt werden, die sich z. B. im Baste von Laurineen (Cinnamomum) finden. Hier wird die dicke, geschichtete Wand der Bastzellen durch einen Desorganisationsprocess in Gummi übergeführt, das häufig noch Schichtung zeigt und allmählich an Stelle der Bastzelle tritt. Harzschläuche und Gummiharzschläuche sind bei Acorus, Zingiberaceen, Convolvulaceen, in der Rinde von Croton- und Cinchona-Arten u. s. w. zu finden. Sie sind von sehr verschiedener, oft bedeutender Länge, begleiten in der Regel die Gefässbündel und sind manchmal von Milchsaftbehältern kaum unterscheidbar. Gerbstoffschläuche kann man schlauchförmige Zellen nennen, deren gewöhnlich schleimiger oder gummiartiger Inhalt dauernd reich an Gerbstoff (§ 106) ist. Auch sie treten namentlich in der Nähe der Gefässbündel auf: viele Farnkräuter, Aroideen, Musaceen, Phaseolus multiflorus, Sambucus nigra etc. Bei letzterer Pflanze sind sie in der inneren Rinde und in der Peripherie des Markes der Zweige leicht als oft das ganze Internodium durchziehende, an beiden Enden spindelförmig zugespitzte Zellen nachweisbar, deren Membran im Alter verdickt und geschichtet ist und deren Inhalt dann eine fest-gelatinöse Beschaffenheit und rothbraune Färbung annimmt.

165. Viele Pflanzen enthalten im Gewebe der Blätter und Früchte, Stengel, Blüthenstiele etc. Drüsen, d. h. mit Secreten, vorzugsweise ätherischem Oel erfüllte Hohlräume, die gewöhnlich durch Auflösung von meist rundlichen Zellengruppen entstanden sind (lysigene Intercellularräume, § 128) und in der Regel von besonderen Gewebeschichten aus tangential gestreckten Zellen umgeben werden. Derartige Drüsen finden sich ausgezeichnet in den Fruchtschalen der Orangen und Citronen, wo sie die Behälter des in grossen Tropfen in ihnen liegenden Citronenöls sind. Aehnliche Drüsen besitzen die Blätter von Hypericum, Citrus, Dictamnus, Ruta, vielen Labiaten, Myrtaceen u. s. w. Bei Dictamnus entstehen die dem Blattgewebe eingesenkten Drüsen aus einer Epidermiszelle und einer unter dieser liegenden Parenchymzelle, während die gestielten, in ein Haar endigenden Drüsen an Blüthenstiel, Bracteen und Kelch derselben Pflanze nur aus den Theilungen einer Oberhautzelle hervorgehen. — Von derartigen Drüsen müssen die ätherisches Oel, Harz oder Gummi enthaltenden Einzelzellen oder Gruppen solcher (drüsenartige Harzzellengruppen im Holze der Coniferen), die oft auch als Drüsen bezeichnet worden sind, unterschieden werden; dagegen kann man die bei der Phanerogamenblüthe zu erwähnenden, zuckerhaltige Säfte ausscheidenden Nectarien wenigstens zum Theil hierher rechnen.

166. Gummi-, Harz- und Oelgänge gehören ihrer Entstehung nach

zu den Intercellularräumen (§ 127). Selten sind derartige Secretbehälter lysigenen Ursprunges (Gummigänge im Blattstiele der Marattiaceen — § 128). Gewöhnlich sind es drei oder vier Zellenreihen, die in der Mitte auseinander weichend einen engen (schizogenen — § 128) Intercellulargang zwischen sich bilden, der bei starkem Wachsthum des umgebenden Gewebes sich in der Regel noch erweitert und oft sogar so bedeutenden Durchmesser erreicht, dass er dem unbewaffneten Auge sichtbar wird (Gummigänge von Astrapaea). Durch Tangentialtheilungen und weitere radiale Theilungen in den angrenzenden secernirenden Zellen wird der Secretionscanal später von einem meist zartwandig bleibenden Mantel tangential gestreckter Zellen umgeben. Je nach der Natur des von dem Nachbargewebe ausgeschiedenen Secretes bezeichnet man die Secretionscanäle als Gummigänge (Cycadeen, Astrapaea etc.), Harz-, resp. Terpenthingänge (Coniferen, Terebinthaceen), oder Oelgänge (Compositen). Manchmal enthalten sie auch Gemische, z. B. von Gummi und Harz (Araliaceen, Umbelliferen). Ihre Vertheilung in der Pflanze erstreckt sich sowohl auf das Grundgewebe (Astrapaea), als auf die Fibrovasalstränge (Pittosporum Tabira) oder auch auf beide zugleich (Coniferen, Umbelliferen). Sammelt sich in ihnen das Secret in grosser Menge an, so dass das umgebende Gewebe gesprengt wird, oder werden sie durch Verwundung des umgebenden Gewebes bloss gelegt oder gar verletzt, so quillt das Secret gewöhnlich rasch heraus, um zu grösseren oder geringeren Massen auf den Wundflächen einzutrocknen, wie es bei der Gewinnung des Harzes unserer Nadelhölzer der Fall ist.

C. Die Entwickelung der Gewebe aus dem Urmeristem und das Dickenwachsthum des Stammes.

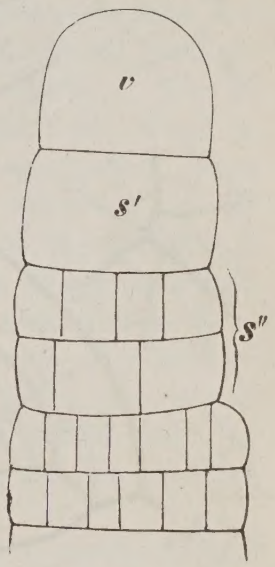
167. Die im vorigen Abschnitte besprochenen Gewebesysteme sind, wie bereits (§§ 120, 129) angedeutet wurde, nur den höher organisirten Pflanzen eigen. Bei den auf niederer Entwickelungsstufe stehenden Thallophyten sind die den Körper zusammensetzenden Zellen (häufig mit Ausnahme derjenigen der Fortpflanzung dienenden) meist so wenig von einander verschieden, dass von Haut-, Fibrovasal- und Grundgewebe nicht die Rede sein kann, zumal bei denjenigen Formen, die nur aus Zellreihen oder wenig entwickelten Zellenscheiben oder Zellkörpern bestehen. Erst mit der massigeren Ausbildung des Gewebes lassen sich bei den höheren Thallophyten (grösseren Pilzen, Tangen) häufig äussere, kleinere Zellen unter Umständen als Rinde oder Hautgewebe betrachten (§ 129), während centrale Gewebemassen sich oft durch stärkere Längsstreckung ihrer Zellen von den peripherischen unterscheiden. Bei manchen niederen Moosen (Marchantiaceen) tritt uns zum ersten Male eine Epidermis mit Spaltöffnungen entgegen (§ 129). Ebenso finden sich in Stengel und Blättern zahlreicher Laubmoose Zellenstränge, deren langgestreckte, dünnwandige Zellen mit dem Cambiform (§ 153 c) der Fibrovasalstränge Aehnlichkeit haben, so dass man derartige Stränge vielleicht als erste Andeutung zur Anlage von Gefässbündeln gelten lassen kann, während im Stengel derselben Moose die beiden anderen Gewebesysteme noch nicht oder nur andeutungsweise geschieden

sind. Dagegen treten von den Gefässkryptogamen ab an völlig entwickelten Organen die Gewebe als eines der drei besprochenen Systeme fast überall scharf hervor.

168. Gehen wir von den vollständig differenzirten Theilen wachsender Sprosse und Wurzeln aufwärts zu den jüngeren Regionen derselben, so bemerken wir jedoch eine allmählich auftretende weniger scharfe Sonderung der Gewebesysteme, bis wir in den äussersten fortwachsenden Enden der Organe nichts mehr von ihnen sehen, sondern ein Gewebe antreffen, dessen lebhaft sich theilende Zellen alle gleiche oder nahezu gleiche Grösse, gleiche Form und gleichen Inhalt besitzen. Dieses Gewebe, aus dem weiter abwärts allmählich sämmtliche verschiedenen Gewebe der entwickelten Organe hervorgehen, ist das bereits im § 124 erwähnte Urmeristem. Es bildet den Scheitel des wachsenden Sprosses, der, wenn er als kegelförmige Verlängerung vorragt, Vegetationskegel, sonst aber mit allgemeiner Bezeichnung Vegetationspunkt genannt wird.

Bei den allermeisten Kryptogamen lässt sich das gesammte Urmeristem von einer einzelnen, grösseren und durch besondere Form ausgezeichneten, am Scheitel des Vegetationspunktes liegenden Zelle, der Scheitelzelle, ableiten, deren Theilungen nach bestimmten Gesetzen erfolgen. Bei den Phanerogamen ist bis jetzt nur in wenigen Fällen eine Scheitelzelle oder „Gruppe von Scheitelzellen“ beobachtet worden; in den meisten Fällen wird der Scheitel von gleichwerthigen und gleichmässig sich theilenden Zellen eingenommen (§ 177).

Fig. 49.

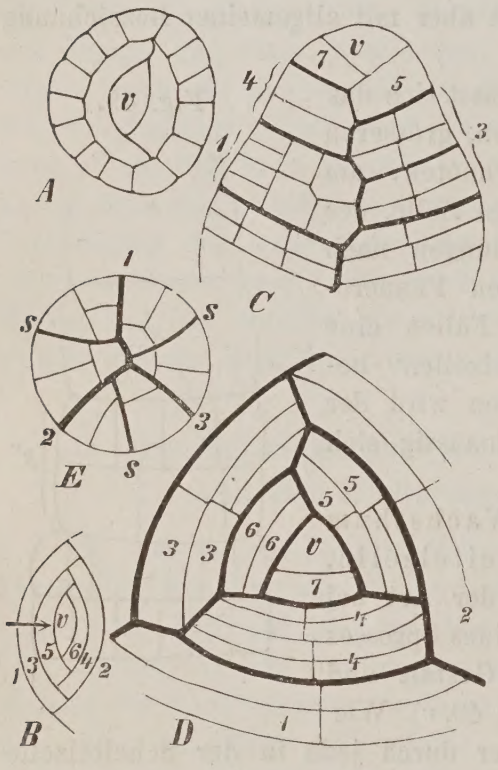


169. Betrachten wir zunächst das Wachsthum von Vegetationspunkten mit Scheitelzelle, so finden wir einen einfachsten Fall der Art bei vielen Algen, bei denen die das Ende eines Sprosses einnehmende Scheitelzelle cylindrische Gestalt und eine kuppelförmige Endfläche zeigt (Fig. 49, *v*). Wie in allen anderen Fällen wird auch hier durch jede in der Scheitelzelle erfolgende Theilung dieselbe in zwei ungleiche Tochterzellen zerlegt, von denen die äussere im Allgemeinen die Form der Scheitelzelle behält und zur neuen Scheitelzelle wird, die nach rückwärts durch die Theilwand (Segmentwand, Hauptwand) abgeschnittene Zelle (Segment, Segmentzelle) dagegen eine abweichende Gestalt besitzt. In unserem ersten Falle ist sie dick scheibenförmig (Fig. 49, *s'*). Hat die neue, wachsende Scheitelzelle sich annähernd wieder auf ihren ursprünglichen Umfang vergrössert, so wird durch eine neue, der früheren parallele Segmentwand ein zweites, dem ersten gleiches Segment abgegliedert und so fort. Jedes der abgeschnittenen Segmente theilt sich in unserem Beispiele zunächst durch eine Querwand

Fig. 49. Vegetationskegel von Cladostephus verticillatus (Vergr. 180) nach Pringsheim. *v* Scheitelzelle; *s'* jüngstes, noch ungetheiltes, *s''* zweitjüngstes, bereits in Quer- und Längstheilung begriffenes Segment derselben.

in zwei übereinander stehende scheibenförmige Gliederzellen (Fig. 49, s''), die dann durch je eine Längswand halbirt, durch zwei weitere, rechtwinkelig auf die erste gerichtete Längswände in vier nach Art von Quadranten gelagerte Zellen und darauf durch weitere, hier nicht ins Einzelne zu verfolgende radiale und tangentiale Längswände in innere und äussere Zellen zerlegt und somit allmählich in einen Gewebekörper umgewandelt werden. Bleiben in anderen Fällen die Segmentzellen ungetheilt, oder theilen sie sich nur durch Querwände, so entsteht aus den Tochterzellen der Scheitelzelle eine Zellenreihe (Fadenalgen, Mycelium und Hyphen der Pilze, Vorkeim der meisten Moose, einfacher gebaute Haare wie Fig. 28, r, s).

Fig. 50.



170. Bei einzelnen Laubmoosen, z. B. Fissidens, besitzt der kurze Vegetationskegel eine Scheitelzelle, die von oben gesehen linsenförmig (Fig. 50, A; v), im Längsschnitte (in der Richtung des Pfeiles bei B) keilig, etwas schmäler wie v in C derselben Figur erscheint. Sie ist somit eine keilförmige Zelle mit gewölbter Aussenwand und zwei nach unten im spitzen Winkel zusammenstossenden, ebenfalls leicht gewölbten Seitenwänden. Die Segmentwände treten hier abwechselnd schief rechts und links und stets parallel der ältesten Seitenwand der neuen Scheitelzelle auf. In dem schematischen Grundrisse Fig. 50 B wurde die Altersfolge der Segmentwände durch die Reihenfolge der Zahlen bezeichnet; 1 ist daher die älteste, 6 die jüngste Wand, eine nächst jüngere Wand (7) würde der Wand 5 parallel auftreten und wie die vorhergehenden Segmentwände eine tafelförmige Segmentzelle von der Scheitelzelle abgliedern, welche von zwei parallel-gebogenen Hauptwänden (einer vorderen und einer hinteren), einer gewölbten trapezoidischen Aussenwand und einer ähnlichen Innenfläche begrenzt ist. Die weiteren Theilungen in den Segmentzellen siehe in §§ 171 und 172. — Eine ähnliche Scheitelzelle mit abwechselnd rechts

Fig. 50. A Scheitelansicht eines Sprosses von Fissidens adiantoides (Vergr. 350) nach Leitgeb; B schematische Darstellung der Theilungen in der Scheitelzelle v, die Zahlen die Altersfolge der Wände angebend. — C Vegetationskegel von Equisetum arvense, nach Cramer (Vergr. circa 200). D Schematischer Grundriss desselben mit den Theilungen in der Scheitelzelle v und deren Segmenten, die (wie in Fig. C) nach der Altersfolge mit 1—7 bezeichnet, ausserdem auch durch stärkere Wände markirt sind. E Querschnitt des Vegetationskegels von Equitesum arvense bei Segment 1 in C geführt: 1, 2 und 3 sind die Haupt-, s die Sextantenwände.

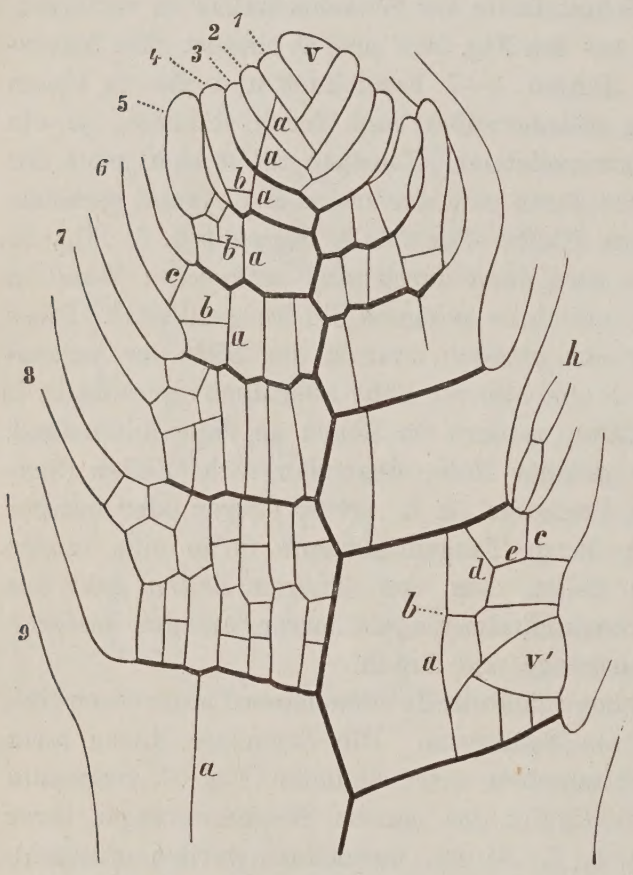
und links fallenden Segmentwänden besitzt auch der Vegetationspunkt gewisser laubiger Lebermoose (z. B. Metzgeria), der Vegetationskegel einiger Farne (Pteris aquilina) und in einer gewissen Lebensperiode der Vorkeim mancher Farne.

171. Die Scheitelzelle der beblätterten Lebermoose, der meisten Laubmoose und der Mehrzahl der Gefässkryptogamen ist eine vierflächige; sie wird von drei dreiseitigen, nach rückwärts pyramidenförmig zusammenstossenden Seitenwänden (Fig. 50 C, *v*) und einer dreiseitigen, gewölbten Aussenwand (Fig. 50 C und D, *v*) gebildet. In ihr divergiren die aufeinander folgenden Segment- oder Hauptwände, welche auch hier jedesmal parallel der ältesten Seitenwand der jeweiligen Scheitelzelle angelegt werden, um Winkel von circa 120°, eine aufsteigende Spirale um den Vegetationskegel beschreibend. Ganz vorzüglich sind die Theilungen in der grossen Scheitelzelle der Schachtelhalme zu verfolgen. Die Anordnung derselben geht aus den Fig. 50 C und D hervor; ihre Altersfolge ist auch hier durch die Zahlen 1—7 bezeichnet und die zu einem Segmente gehörenden weiteren Gliederzellen sind durch stärkere, je ein Segment umfassende Linien gekennzeichnet. Darnach theilt sich jedes der fünfflächig-tafelförmigen Segmente durch eine der ersten Hauptwand parallele Wand in eine obere und untere Hälfte (Fig. 50 D, Segment 6, 6; Fig. 50 C, Segment 4). Jede derselben wird dann durch eine senkrechte Wand in zwei nicht ganz gleiche, rechts und links gelegene Stücke gegliedert. Diese letzte Wand (Fig. 50 E, *s*) setzt sich nämlich zwar in der Mitte der Aussenwand an (Fig. 50 D, Segment 5 und ältere), geht aber nicht geradlinig in den Innenwinkel der Segmenthälfte, sondern im Bogen an eine Seitenwand. Die so erzeugten, auf nahezu gleicher Höhe liegenden sechs Zellen (Sextantenzellen; Fig. 50 E) eines Umlaufes (d. h. dreier oberer oder unterer Segmenthälften) zerfallen dann durch Tangentialwände in je eine innere kleinere und äussere grössere Zelle. Aus den inneren Zellen geht das später zerreissende Mark des Schachtelhalmstengels hervor, aus den äusseren entstehen Epidermis, Fibrovasalstränge und Rinde.

172. Bei den mit tetraëdrischer Scheitelzelle versehenen Laubmoosen sind die Theilungen analog denen von Equisetum. Die Segmente liegen auch hier in 3 geraden Reihen am Stämmchen unter einander (Fig. 51, Segmente 1—9, die jedoch bei Berücksichtigung des ganzen Stengelumfanges ihrer wahren Altersfolge nach mit 1, 4, 7, 10 etc. bezeichnet werden müssten). Sie sind anfänglich wie bei allen ähnlichen Scheitelzelltheilungen mehr oder weniger schief gestellt (Fig. 51, 1—3), werden aber in Folge des weiteren Wachsthumes des Stämmchens allmählich horizontal gelegt (Fig. 51, 6—8), was auch bei Equisetum (Fig. 50 C) deutlich hervortritt. Die erste in jedem Segmente auftretende Wand ist hier eine der Längsachse des Stämmchens nahezu paralle Tangentialwand, die das Segment in einen äusseren „Blatttheil“ und einen inneren „Stengeltheil“ zerlegt, und welche als Blattwand bezeichnet wird (Fig. 51 *a*). Der Stengeltheil des Segmentes zerfällt darauf wie bei Equisetum (Fig. 50 E, *s*) durch eine gebogene Radialwand in zwei ungleiche Sextantenzellen (sechs Zellen bilden jetzt den Stengelumfang), die sich in weiterer Folge durch Tangential- und Radialwände theilen und damit die Hauptmasse des Stengelgewebes liefern.

173. Im (äusseren) Blatttheile jedes Segmentes theilt eine zur Blattwand (*a*) senkrechte Querwand, die Basilarwand (Fig. 51, *b*), diesen in eine obere scheitelsichtige (akroskope) und untere grundsichtige (basiskope) Zelle. Die grundsichtige Zelle erleidet später abwechselnde Radial- und Tangentialtheilungen und das aus ihr hervorgehende Gewebe nimmt an der Stengelbildung Antheil. Aus der scheitelsichtigen Segmentzelle dagegen entwickelt sich ein Blatt, indem sie ihre Aussenwand über den Stengelumfang vorwölbt und durch eine auf dem Längsschnitte des Stämmchens sichtbare Wand (*c* in Segment 6 der Fig. 51) in den Blattgrund und die Blattfläche zerfällt. Während die Wände *d* und *e* ersteren mehrzellig machen, wird in der kleinen Blattfläche durch zwei einander schneidende Wände eine keilförmige Scheitelzelle ausgegliedert, die durch rechts und links geneigte Wände zwei Reihen von Blattsegmenten erzeugt, dann aber ihre Thätigkeit einstellt. Das Spitzenwachsthum ist also ein begrenztes (§ 26). Die Bildung des aus den sich weiter theilenden Segmenten hervorgehenden Gewebes schreitet von der Spitze nach der Basis des Blattes (basipetal) fort; in letzterer erlischt das Wachsthum am spätesten. Auch die bei den jungen Blättern der Farne beobachtete keilförmige Scheitelzelle hat eine sehr beschränkte Dauer.

Fig. 51.

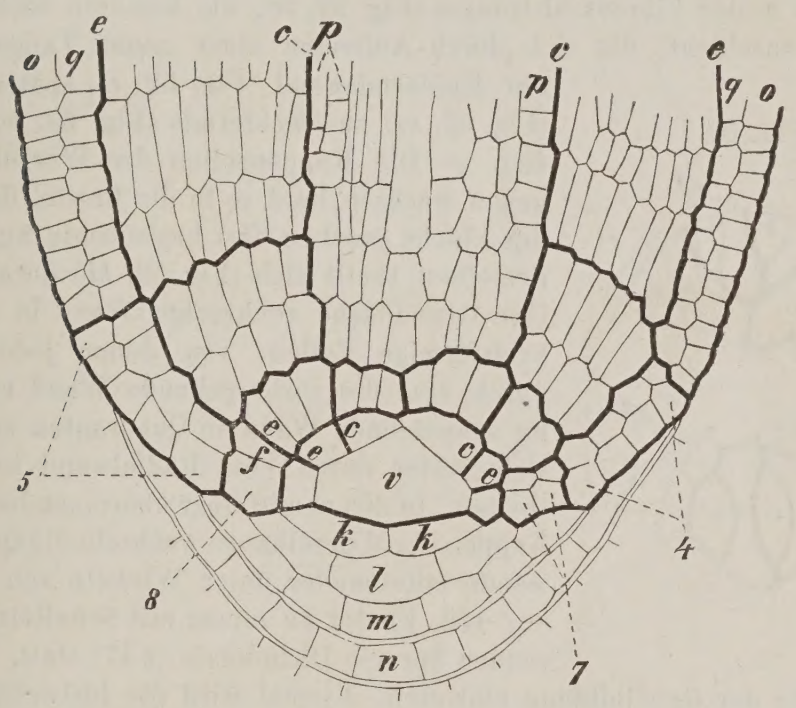


Von dem besprochenen Typus der vierflächigen Scheitelzelle weichen manche Laubmoose dadurch ab, dass die Hauptwände nicht parallel der ältesten Seitenwand der Scheitelzelle angelegt werden, sondern jedesmal an ihrer (im Sinne der fortlaufenden Spirale) vorderen Seite etwas weiter vorgreifen, so dass beispielsweise das vierte Segment nicht genau über dem ersten steht, sondern um ein Stück in der Spirale vorgerückt ist, die Blätter also nicht in drei geraden Längsreihen, sondern in eben so vielen Spiralen am Stengel stehen.

Fig. 51. Längsschnitt durch das Stammende von Fontinalis antipyretica (Vergr. 250) nach Leitgeb. *v* Scheitelzelle. 1—9 die in einer Längsreihe im Stamme liegenden Segmente, deren Grenzen durch stärkere Linien markirt sind. *a* Blattwand, *b* Basilarwand, *c*, *d* und *e* die folgenden Wände des oberen, äusseren Segmenttheiles. *h* Haar. *v'* Scheitelzelle eines in einer äusseren Zelle eben angelegten Seitenzweiges.

174. Die Zweigbildung geht bei den Laubmoosen von einer einzigen oberflächlich gelegenen Zelle des Stämmchens und zwar von dem durch die Blattwand (Fig. 51, *a*) und Basilarwand (Fig. 51, *b*) eingeschlossenen unteren äusseren Stücke eines Segmentes aus. In dieser Zelle treten drei schiefe Wände nacheinander in der Weise auf, dass durch sie sofort die Scheitelzelle des Sprosses (Fig. 51, *v'*) gebildet wird, die sich dann über den Stengelumfang vorwölbt und in der in §§ 171 und 172 angegebenen Weise theilt. Die durch die ersten drei geneigten Wände von der den Spross bildenden Mutterzelle abgetrennten, die junge Scheitelzelle umgebenden Zellen nehmen an der Gewebebildung des Muttersprosses Antheil.

Fig. 52.

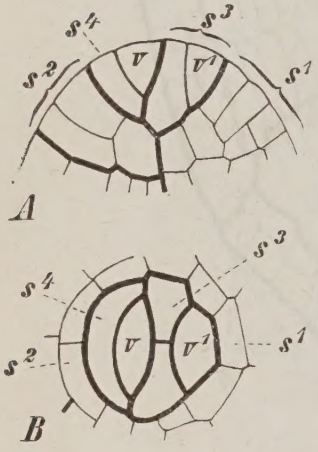


175. Auch die Wurzeln der meisten Gefässkryptogamen wachsen mit einer Scheitelzelle, die in ihrer Form derjenigen des Stammendes von Equisetum gleichkommt. In derselben erfolgen zunächst drei (oder bisweilen mehr) Theilungen parallel den nach innen gekehrten Seitenwänden, wie in den oben beschriebenen Fällen. Dann aber wird eine vierte (oder folgende) Wand parallel der Aussenfläche der Scheitelzelle angelegt und dadurch von letzterer eine Kugelkappenzelle abgeschnitten (Fig. 52, *kk*),

Fig. 52. Längsschnitt durch die Wurzelspitze von Polypodium dimorphum (Verg. 300) nach Nägeli und Leitgeb. *k*, *l*, *m* und *n* sind die vier jüngsten Kappen der Wurzelhaube, deren ältere Kappen nicht gezeichnet wurden. *v* Scheitelzelle; 4, 5, 7 und 8 Segmente derselben, die das Gewebe der Wurzelspitze bilden. In den beiden jüngsten, nicht weiter bezeichneten Segmenten ist *c* die Cambiumwand, *e* die Epidermiswand; in Segment 8 ist *f* die die Epidermis in zwei Schichten (*oq*) theilende Längswand. *c*—*e* Rinde. *c*—*c* Cambiumcylinder für die Anlage des Fibrovasalstranges und darin *p* das Pericambium. Die jüngeren Segmente, sowie die drei Gewebeschichten wurden durch stärkere Grenzlinien noch mehr markirt.

die zur Entstehung der die Wurzel charakterisirenden Wurzelhaube Veranlassung giebt (vgl. §§ 9, 192). Nach Abgliederung einer Wurzelhaubenkappe treten wieder parallel den Seitenflächen drei oder mehr Wände nacheinander auf, welche das Gewebe der Wurzelspitze vermehrende Segmentzellen liefern, worauf abermals eine der Aussenwand parallele Wand eine neue Kappenzelle für die Wurzelhaube abtrennt. Jede nach innen abgegliederte Segmentzelle wird zunächst durch eine Sextantenwand wie in den Segmenthälften des Stammscheitels von Equisetum (Fig. 50 E) in zwei ungleiche Sextantenzellen zerlegt, so dass drei der letzteren bis in die Mitte des Querschnittes reichen, drei jedoch nicht. Jede Sextantenzelle wird durch eine Tangentialwand, die Cambiumwand, in eine innere und äussere Zelle getheilt (Fig. 50 E und 52 *c*). Die sechs inneren Zellen liefern das Gewebe des axilen Fibrovasalstranges (Fig. 52, *cc*), die äusseren sechs dagegen eine Zellenschicht, die sich durch Auftreten einer neuen Tangentialwand, der Epidermiswand (Fig. 52, *e*), später in Rinde (Fig. 52, *ce*) und Epidermis (Fig. 52, *oq*) differenzirt. — Die Kappenzellen der Wurzelhaube dagegen wachsen bald so in die Breite, dass sie von der Fläche gesehen, fast kreisförmig werden. Jede derselben theilt sich (Fig. 52, *kk*) durch eine auf ihre Grundfläche senkrechte Wand in zwei halbkreisförmige Zellen, von denen jede abermals durch eine die vorhergehende Wand rechtwinkelig schneidende Wand in Quadranten zerfällt, die sich weiter durch eine Radialwand in Octanten theilen. In den unmittelbar übereinander liegenden Kappen der Wurzelhaube wechseln die Quadrantenwände miteinander unter Winkeln von 45° ab.

Fig. 53.



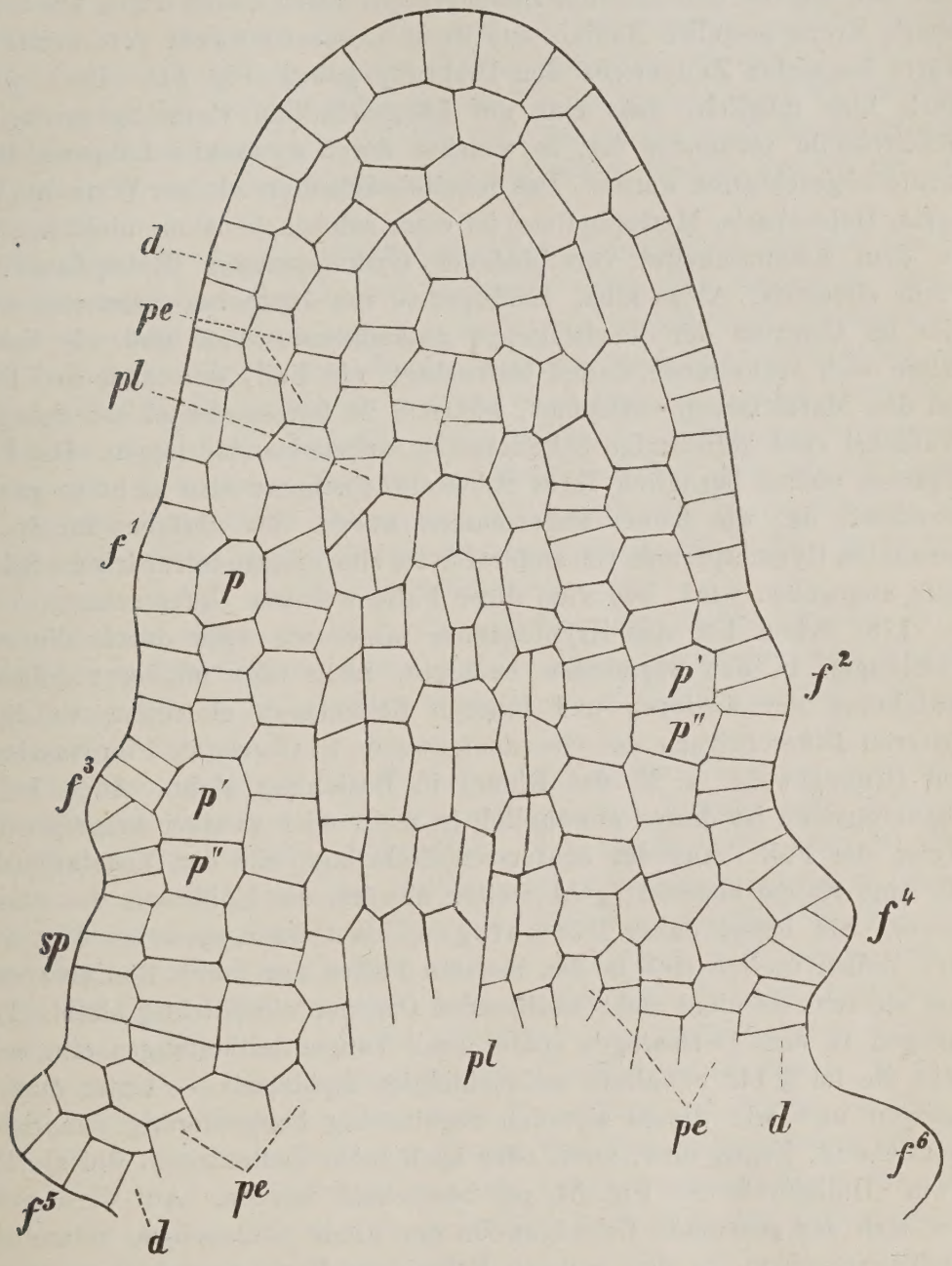
176. Findet an einem mit Scheitelzelle wachsenden Sprosse Dichotomie (§ 47) statt, so können zwei Fälle der Gabelbildung eintreten. Einmal wird die bisherige Scheitelzelle durch eine der Längsaxe parallele Wand genau halbirt. Dies geschieht nur dann, wenn die Segmente in ihr durch Querwände abgeschnitten werden (wie in Fig. 49). In jeder Scheitelzellenhälfte gliedert dann eine zur Längsaxe des Muttersprosses schiefe, die Halbirungswand der ursprünglichen Scheitelzelle jedoch nicht berührende Wand eine neue Scheitelzelle für den Gabelspross aus (manche Algen, z. B. Dictyota). Theilt sich dagegen die Scheitelzelle eines gabelnden Sprosses durch nach zwei oder drei Richtungen geneigte Segmentwände (§§ 170, 171), so findet eine solche Halbirung nicht statt. Es wird vielmehr aus einem der jüngeren Segmente (Fig. 53, A, Segment 3) eine neue Scheitelzelle durch eine geneigte Wand ausgeschnitten, welche sich der älteren Wand der betreffenden Segmentzelle ansetzt (Fig. 53, v'). Beide Scheitelzellen, alte und neue, werden der Ausgangspunkt je eines

Fig. 53. A Der eben gabelnde Vegetationskegel einer Selaginella im Längsschnitte und B derselbe in der Scheitelansicht (nach Pfeffer — Vergr. 310). *v* die ursprüngliche Scheitelzelle; s^4 deren jüngstes Segment, s^3, s^2 und s^1 die älteren Segmente; v^1 die in dem Segmente s^3 für den Gabelspross neu gebildete Scheitelzelle.

Gabelzweiges, wobei die ursprüngliche Scheitelzelle ihre bisherige Wachsthumsrichtung ändert (Selaginella).

177. Unter den höher organisirten Gefässkryptogamen tritt eine Scheitel-

Fig. 54.



zelle zum letzten Male bei einer Anzahl Selaginella-Arten auf. Andere Arten dieser Gattung, die Isoëtaceen und die allermeisten Lycopodiaceen

Fig. 54. Vegetationskegel von Elodea canadensis, optischer Längsschnitt (Verg. 500). *d* Dermatogen. *pe* Periblem. *pl* Plerom. *p*, *p'*, *p''* die als Einleitung zur Blattbildung sich radial streckenden Periblemzellen. f^1—f^6 die im Längsschnitte sichtbaren jungen Blätter, f^1 das jüngste, f^6 das älteste. *sp* ein in der Achsel des Blattes f^5 sich entwickelnder, eben angelegter Seitenspross.

verhalten sich wie die grosse Mehrzahl der Phanerogamen, welche sowohl an Stämmen und deren Verzweigungen, als an den Wurzeln Vegetationspunkte ohne Scheitelzelle besitzen. Bei diesen ist nicht eine einzelne Zelle vorhanden, welche der Scheitelzelle der Kryptogamen entspräche und auf welche sich sämmtliche Gewebe zurückführen lassen; vielmehr ist es eine den Scheitel einnehmende Zellengruppe, deren Zellen durch abwechselnd über's Kreuz gestellte Radial- und dann Tangentialwände dem weiter rückwärts liegenden Zellgewebe den Ursprung geben (Fig. 54). Doch wäre es auch hier möglich, dass eine auf Längsschnitten vierseitig erscheinende Scheitelzelle vorhanden ist, in welcher durch extraaxile Längswände Segmente abgeschnitten werden. Das Scheitelwachsthum einiger Wurzeln (Vallisneria, Heleocharis, Myriophyllum) ist einer solchen Annahme nicht ungünstig. In dem Stammscheitel verschiedener Gymnospermen (Keimpflanzen von Pinus silvestris, Abies alba, Laubsprosse von Juniperus communis) wurden vier im Centrum der Scheitelkuppe zusammenstossende und wie Scheitelzellen sich verhaltende Zellen beobachtet, ein Fall, der unter den Farnen bei den Marattiaceen vorkommt, während im Sprossscheitel von Selaginella Wallichii zwei keilförmige Scheitelzellen nebeneinander liegen. Die Phanerogamen stehen bezüglich ihres Scheitelwachsthums also nicht so ganz unvermittelt da, wie früher angenommen wurde. Da übrigens für die oben genannten Gymnospermen von anderer Seite eine einzige tetraëdrische Scheitelzelle angegeben wird, bedürfen diese Fälle weiterer Untersuchung.

178. Schon bei den Kryptogamen sahen wir eine durch die ersten Theilungen in den Segmenten bedingte, mehr oder minder regelmässige Schichtung der äusseren und inneren Zellenlagen eintreten, welche zur späteren Differenzirung des Gesammtgewebes in Oberhaut, Fibrovasalsystem und Grundgewebe (z. B. der Rinde) in Beziehung steht. Auch bei den Phanerogamen ist dieses gewöhnlich in mehr oder weniger ausgesprochener Weise der Fall. Aus der äussersten Zellenlage, die den Vegetationskegel wie eine Kappe bedeckt, geht weiter abwärts die Epidermis des Stammes hervor. Sie heisst daher Dermatogen (Hautbildungsgewebe, Fig. 54, *d*). Ihre Zellen theilen sich in den meisten Fällen nur durch Radialwände, so dass sie auch an nicht mehr wachsenden Organen einschichtig bleibt. Treten dagegen in dem Dermatogen später noch Tangentialtheilungen ein, so entsteht die im § 142 erwähnte mehrschichtige Epidermis. — Unter dem Dermatogen und wie dieses ziemlich regelmässig kappenförmig den Scheitel überziehend, liegen eine, zwei, oder auch mehr Zellenlagen, die als Periblem (Hüllgewebe — Fig. 54, *pe*) bezeichnet werden. Auf diese Schicht lässt sich das gesammte Grundgewebe der Rinde (Collenchym, Sclerenchym, Rindenparenchym, in den meisten Fällen der Kork) zurückführen. — Den Kern des Vegetationskegels endlich bildet ein nicht mehr in regelrechte Kappen geordnetes Gewebe von grösserem oder geringerem Umfange: das Plerom (Füllgewebe — Fig. 54, *pl*, doch nicht im Sinne des § 159). Es lässt sich abwärts in ganz allmählichem Verlaufe in die von der Rinde umschlossenen Gewebe verfolgen. Ist kein Mark vorhanden, so wird das gesammte Plerom in das Fibrovasalsystem differenzirt (Elodea, Myriophyllum, viele Wurzeln). In anderen Fällen entsteht aus einem grösseren oder ge-

ringeren centralen Theile des Pleroms ein Mark und nur ein peripherischer (hohlcylindrischer) Theil wird für das Fibrovasalsystem verwendet.

Vielfach ist jedoch die Anordnung dieser Gewebeschichten nicht die eben beschriebene regelmässige. Oft liegt unter dem Dermatogen ein unregelmässiges Bildungsgewebe, in dem eine Trennung in Periblem und Plerom nicht einmal andeutungsweise hervortritt; oder es lassen sich Periblem und Plerom nur auf kurze Strecken und oft unterbrochen schärfer unterscheiden, während sie an anderen Stellen ineinander übergehen, wie dies z. B. auch auf der rechten Seite des in Fig. 54 gezeichneten Vegetationskegels von Elodea canadensis der Fall ist. Die besprochene Gewebegliederung hat daher im Allgemeinen nicht den hohen Werth, der ihr oft beigelegt wird.

179. Während die dem Scheitel des Vegetationskegels zunächst liegenden Gewebeschichten ihre Zellen lückenlos aneinander schliessen lassen, bilden sich etwas abwärts zwischen denen des jugendlichen Markes (centrales Plerom) und der jungen Rinde (Periblem) bald Intercellulargänge, die zuerst nur vereinzelt auftreten, nach und nach aber ein vielfach verzweigtes Canalsystem darstellen. Zugleich finden zahlreiche Theilungen in den einzelnen Zellen statt, um so häufiger, je näher die Zellen dem Scheitel liegen. Durch Quertheilung dieser Zellen wird nicht allein die Länge der Axe vergrössert; es nehmen auch Umfang derselben sowie die Dicke der Gewebe in Folge von Radial- und Tangentialtheilungen zu.

Gewöhnlich strecken sich nach Aufhören der Theilungen die Zellen der Rinde und des Markes parallel der Längsaxe des Stengels und erhalten dabei, allmählich in Dauerzellen übergehend, die früher (§§ 156—160) beschriebenen Formen.

180. Die Ausbildung des Markes erfolgt in der Regel am raschesten; oft ist dieselbe vollendet, wenn die peripherischen Gewebe noch im lebhaftesten Wachsthum begriffen sind (§ 278). In letzteren Fällen wird das Mark stark passiv gedehnt und seine Zellen weichen zuerst an einzelnen Stellen, grössere Intercellularräume zwischen sich bildend, auseinander (§§ 126—128); schliesslich zerreisst es vielfach, um in manchmal bald vertrocknenden Massen die Innenwand des nun hohl gewordenen Stengels auszukleiden (Taraxacum, Allium etc.). Dabei bleiben jedoch bisweilen quer durch die Höhlung gespannte Marklamellen stehen (Zweige von Juglans). In mehrgliederigen hohlen Stengeln (Equisetum, Umbelliferen, Labiaten, Gramineen) findet sich in der Regel in jedem Knoten eine Querwand festeren Gewebes, die z. B. bei dem ihre Entwickelung sehr schön zeigenden Equisetum schon früh durch kleinere, etwas quer gestreckte Zellen von den Zellen des zerreissenden Markes unterscheidbar wird.

181. Die wichtigsten Veränderungen für den Stamm vollziehen sich in demjenigen Pleromtheile, welcher die Fibrovasalstränge liefert. In den Stämmen der Gefässkryptogamen und Monocotyledonen, die getrennte, in einen oder mehrere Kreise geordnete Gefässbündel besitzen, differenziren sich in ihm Stränge getreckter, zartwandiger Zellen, die man als Procambium bezeichnet. Auf dem Querschnitte erscheinen sie als rundliche Gruppen, die durch Schichten von zu Grundgewebe sich umbildenden,

weiteren Zellen getrennt sind. In diesen Procambiumsträngen werden sämmtliche Zellen in Dauerzellen umgewandelt, d. h. in Elemente des Holzes und Bastes, wie sie in §§ 152 und 153 beschrieben wurden. Bei den Monocotyledonen erfolgt das Auftreten der einzelnen Zellformen ähnlich wie bei den Dicotylen (§ 183). Im Procambiumstrange des Adler-Farn entstehen die ersten Spiralgefässe in den Brennpunkten des elliptischen Querschnittes. Nach vollendeter Ausbildung vermag der Fibrovasalstrang nicht weiter in die Dicke zu wachsen, da ihm als geschlossener Strang kein Theilungsgewebe übrig bleibt (§ 124). Der Stengel oder Stamm einer monocotylen Pflanze oder eines Farn behält daher auch zeitlebens an jeder Stelle die Stärke, welche er nach Differenzirung seiner Gewebe unterhalb des Vegetationskegels besass. Dass trotzdem der Stamm z. B. einer alten Palme dicker ist als der einer jungen Pflanze derselben Art, hat einen anderen Grund. Mit zunehmendem Alter wird nach und nach auch während des Längenwachsthums bereits das Gewebe des Vegetationskegels durch zahlreichere Theilungen bedeutend vermehrt. Der Stamm gleicht daher bald einem auf der Spitze stehenden Kegel und erst wenn ein gewisser Umfang erreicht ist, wächst er als Cylinder weiter. Nur bei wenigen Monocotyledonen (z. B. Ruscus) ist ein kurze Zeit dauerndes primäres Dickenwachsthum nachgewiesen worden, welches durch tangentiale Theilungen innerhalb einer niedrigen, unmittelbar unter dem Vegetationskegel liegenden Zone des Stammes erfolgt.

182. Eine auffallende Ausnahme unter den Monocotyledonen machen die durch ein lange andauerndes, über die ganze Länge und den gesammten Umfang des Stammes ausgedehntes, secundäres Dickenwachsthum ausgezeichneten baumartigen Liliaceen der Gattungen Dracaena, Yucca, Aloë, Lomatophyllum und Beaucarnea, unter denen der berühmte Stamm von Dracaena Draco bei Orotava auf Teneriffa circa 12 Fuss im Durchmesser hatte. Bei ihnen entwickelt sich ausserhalb der bereits im fortwachsenden Stammende angelegten, dem centralen Grundgewebe eingebetteten, ihre oberen Enden in die Blätter sendenden Fibrovasalstränge in weiterer Entfernung von der Stammspitze ein neues Bildungsgewebe (Folgemeristem — § 124). Dieses entsteht durch Tangentialtheilungen innerhalb einer begrenzten inneren Zone des Rindengewebes und stellt einen geschlossenen, aus im Querschnitte radiär geordneten Zellen bestehenden Hohlcylinder dar, in dem sich an verschiedenen Stellen des Stammumfanges durch Längstheilungen einzelner Zellen neue Procambiumstränge bilden, welche neue Fibrovasalstränge liefern, während das zwischen ihnen liegende Gewebe in dickwandiges Grundgewebe übergeht. Durch fortschreitende Theilungen im äusseren Theile dieses Bildungsgewebes und weitere Entwickelung von Fibrovasalsträngen und Grundgewebe im inneren Theile desselben, entsteht so nach und nach ein mächtiger Holzcylinder, dem der Stamm seine ganze Dickenzunahme verdankt: Anlage neuer Fibrovasalstränge mit dazwischen gelegenem Grundgewebe, nicht weitere Ausbildung der primären Stränge, sind die Ursache derselben. Auch die Wurzeln von Dracaena besitzen secundäres Dickenwachsthum, welches denjenigen aller übrigen Monocotyledonen abgeht.

183. Bei Gymnospermen und Dicotyledonen (namentlich in krau-

tigen, einjährigen Stengeln der letzteren) tritt das Procambium bei Anlage der Gefässbündel im Plerom ebenfalls zuerst strangartig auf und der Kreis der Procambiumstränge wird von breiten Massen von Grundgewebe durchsetzt, welche radiär zwischen Rinde und Mark verlaufen und Markverbindungen heissen (§ 150). In den Procambiumsträngen beginnt die Differenzirung des Gewebes mit der Bildung einzelner Bastzellen auf der Aussenseite des Stranges, denen bald einzelne Spiral- oder Ringgefässe auf der Innenseite folgen. Von da ab entwickelt sich der Sieb- oder Basttheil durch weitere Anlage von Bastzellen, denen sich Siebröhren und Bastparenchym zugesellen, centripetal weiter, während die Ausbildung des Gefässtheiles oder Holzes centrifugal mit Differenzirung neuer Gefässe, namentlich gehöft-getüpfelter, mit dazwischen gelegenen Holzzellen und Holzparenchym fortschreitet. Die zuerst angelegten Elemente des Bastes und Holzes werden dabei am längsten, weil sie das ganze Längenwachsthum des betreffenden Stammtheiles mitmachen, während die im Verlaufe des späteren Wachsthums differenzirten Zellen kürzer bleiben. Es verwandelt sich aber in sämmtlichen ausdauernden Axen der Dicotylen und Gymnospermen nie das gesammte Procambium in Bast und Holz, die letzteren stossen nie zu einem geschlossenen Strange zusammen: vielmehr bleibt zwischen ihnen eine schmale Zone von Theilungsgewebe übrig, die von nun ab als Cambium bezeichnet wird und von der das weitere (secundäre) Dickenwachsthum des Stammes oder Zweiges seinen Ausgang nimmt.

184. Die Cambialtheile (das Fascicularcambium) der anfänglich getrennten Fibrovasalstränge werden nämlich bald durch Bildung einer verbindenden Cambiumschicht (Interfascicularcambium) in der Weise vereinigt, dass in den sie bis dahin trennenden Markverbindungen in einem zwischen den Cambialtheilen der primären Stränge liegenden Gürtel tangentiale Theilungen eintreten. So entsteht ein geschlossener Cambiumcylinder, der auf dem Querschnitte als Ring erscheint, daher auch Verdickungsring genannt wird und der unter fortwährender Theilung und Umwandlung eines Theiles seiner in radiale Reihen angeordneten Zellen in Dauerzellen auf seiner Rindenseite Bast, auf der Markseite Holz entwickelt, so dass bald auch ein geschlossener Bast- und Holzkörper vorhanden ist. Letzterer ist nach dem Marke zu nicht regelmässig kreisförmig begrenzt. Vielmehr springen die Holztheile der primären Stränge bogenförmig in das Mark vor und bilden die auch in ihrem Baue etwas abweichende sogenannte Markkrone. Der gesammte Bast wird von nun an auch wohl als secundäre Rinde bezeichnet.

185. Mit dem Schlusse der Vegetationsperiode hört die Thätigkeit des Cambiums auf, ohne dass letzteres vollständig in Bast und Holz umgewandelt worden wäre; ein zwischen Holz und Bast übrig bleibender Theil ruht während des Winters, um mit Eintritt des nächsten Frühjahres neue Dauergewebe zu erzeugen. Jetzt beginnt abermals, während die Cambialzellen sich durch Theilung vermehren, an der Innenseite des Cambiumringes die Bildung von Holz, an der Aussenseite die des Bastes. Es nimmt somit der Holzkörper des ersten Jahres an seiner Aussenseite (centrifugal), der Bastkörper an seiner Innenseite (centripetal) an Stärke zu, gerade wie bei der

Holz- und Bastbildung im Procambium (Fig. 40 und 41 auf Seite 80 und 81). Dabei tritt eine gewöhnlich schon mit unbewaffnetem Auge sichtbare Schichtung vorzüglich des Holzkörpers (in manchen Fällen auch des Bastes) hervor. Bei unseren Laubhölzern werden nämlich vom Cambium anfänglich, d. h. im Frühjahre, mehr und weitere, einzeln oder in Gruppen gelegene Gefässe gebildet und zwischen denselben weniger und meist auch weitere und dünnwandigere Holzzellen sowie Holzparenchym. Mit dem Fortschreiten der Holzbildung nehmen die Gefässe an Zahl und Weite meist bedeutend ab; oft werden sogar im Herbste keine mehr gebildet. Dagegen treten zahlreichere, in der Regel mit dickeren Wänden versehene und allmählich auch enger werdende Holzzellen (unter Umständen mit Holzparenchym gemischt) auf, bis der Holzcylinder (Holzring des Querschnittes) einer Periode nur mit solchen schliesst (Fig. 40, 41). Es ist demnach das Frühjahrsholz weniger dicht, als das dichte, festere Herbstholz, und das nächste, an das Herbstholz des voraufgehenden Jahres schliessende lockere Frühjahrsholz, das in gleicher Weise wieder mit überwiegender Gefässbildung beginnt, setzt sich daher scharf gegen das erstere ab. Ein Holz mit sehr weiten Gefässen (Eiche) zeigt diese Anordnung am deutlichsten. Die so gegen einander abgegrenzten Holzringe werden gewöhnlich als Jahresringe bezeichnet, da jeder derselben einer Vegetationsperiode von Frühjahr zu Frühjahr, einem Jahre entspricht. Doch ist diese Benennung nicht in allen Fällen zutreffend, da innerhalb eines Sommers auch zwei Holzringe erzeugt werden können.

186. Die Nadelhölzer bilden nach Ablauf der ersten Vegetationsperiode aus dem Cambium neben Markstrahlen stets nur noch ihre so charakteristischen Tracheïden (§ 75, Fig. 14, 15) und etwa Holzparenchym, aber keine Gefässe mehr. Hier werden die Jahresringe jedoch durch die Ungleichheit der Holzzellen markirt. Während das Frühjahrsholz weitere, verhältnissmässig dünnwandige Holzzellen aufweist, werden diese nach aussen zu allmählich enger und dickwandiger, dabei oft tangential gestreckt (Fig. 25, S. 61), so dass ihre Höhlung auf dem Querschnitte manchmal nur noch als ein Spalt erscheint. An diese dickwandigen Herbstholzzellen schliesst sich unmittelbar wieder das lockere Frühjahrsholz im scharfen Absatze an. Ungleiche Färbungen der Wände in Folge verschiedenartiger Einlagerungen tragen oft zum noch schärferen Hervortreten der Holzringe bei.

Bei Nadelhölzern wie bei Laubbäumen ist der gegen Ende des Sommers sich mehr und mehr steigernde Druck von Seiten der ausserhalb des Holzes liegenden und ebenfalls im Durchmesser wachsenden Gewebe (Bast, Rinde, Kork, Borke) eine der Hauptursachen der eigenthümlichen Gestaltung des Herbstholzes gegenüber dem Frühjahrsholze. Dies wird durch Experimente bestätigt, in denen man durch feste Einschnürung von lebenden Zweigen schon im Frühjahre den Druck auf das neu zu bildende Holz künstlich erzeugt. Aenderungen im Turgor der Zellen etc. dürften die Wirkungen des Rindendruckes unterstützen.

Neben Jahresringen unterscheidet man im Holze zahlreicher Stämme noch das dunkler (gelb, roth, braun oder auch schwarz) gefärbte, härtere innere Holz als Kernholz von dem äusseren, helleren, weichen Splint

(Quercus, Juglans, Robinia, Prunus Cerasus, Guajacum etc.). Einlagerung von Farbstoffen, Harzen etc. in die Zellwand, zum Theil auch in die Zellhöhlungen, ist die Hauptursache der abweichenden Beschaffenheit des Kernholzes.

187. Werden von einer Mutterpflanze zum Zwecke der Vermehrung Zweige als Stecklinge weiter gezogen, so bewurzeln sich diese bekanntlich nach kürzerer oder längerer Zeit und werden dadurch zu selbständigen Pflanzen. Bei krautartigen Gewächsen wird dabei die Schnittfläche durch Kork geschlossen, der durch die Thätigkeit der über die Schnittfläche sich vorwölbenden unverletzten Zellen gebildet wird. Pflanzen mit bedeutenderer Entwickelung des Holzkörpers erzeugen dagegen über der Schnittfläche ein eigenthümliches, wulstig vortretendes Gewebe, den sogenannten Kallus. An der Bildung desselben können sich alle Gewebe mit Ausnahme der Holz-, Bast- und Epidermiszellen betheiligen; jedoch geht das hauptsächlichste Wachsthum stets vom Cambium aus. Die unverletzt gebliebenen Zellen des letzteren wölben sich sehr bald stark über die Schnittfläche hervor und theilen sich durch der letzteren parallel verlaufende Wände. In den Gefässen sind es Thyllen (S. 81), welche sich in der Nähe der Schnittfläche bilden und dann durch Vorwölbung über dieselbe an der Erzeugung des Kallusgewebes theilnehmen, dessen anfänglich isolirte, aus den verschiedenen Gewebeschichten hervorgegangenen Neubildungen sich bald zu einem vollständig die Wunde überziehenden Gewebe dadurch vereinigen, dass sie seitlich mit einander in Berührung treten und fest verschmelzen. Mit dem alten Gewebe des Stecklinges hat der aus parenchymatischen, zunächst dünnwandigen Zellen gebildete Kallus nicht die geringste Aehnlichkeit. Erst später wird das Kallusgewebe durch Auftreten von Meristemen (§ 124) in verschiedene Schichten differenzirt, die entweder zum Theil als Kork die Kallusperipherie bedecken oder auch den Gewebesystemen des Stecklinges entsprechen. Die Bildung von Wurzeln findet nicht in dem neu gebildeten Kallus statt, sondern oberhalb der Schnittfläche in solchen Regionen, die an der Kallusbildung keinen unmittelbaren Antheil nehmen. Das Material für die Neubildung der Zellen liefert zunächst die im Gewebe oberhalb der Schnittfläche lagernde Stärke.

188. Bei Schälwunden an Stämmen und Aesten von Holzgewächsen geht die Wiederersetzung der Rinde (eigentliche Rinde und secundäre Rinde oder Bast) ebenfalls von dem auf der Wundfläche am Holzkörper haften gebliebenen Cambium aus. Sorgfältige Entfernung desselben durch starkes Abreiben der Wundfläche lässt jede Neubildung von Rinde unterbleiben. Zufällige Erhaltung von Cambiumresten in den den Markstrahlenendigungen entsprechenden Vertiefungen im blossgelegten Holze mancher Bäume, von denen dann eine Regeneration der Rinde beginnen kann, liess früher die Behauptung aufstellen, dass die Markstrahlen allein der Ausgangspunkt für den Wiederersatz der Rinde seien. — In anderen Fällen wird die Schälwunde eines Stammes oder Astes von den Wundrändern aus geschlossen, indem von hier aus durch die Thätigkeit des Cambiums wulstig vortretende Gewebemassen gebildet werden, welche endlich über der Mitte der Wundfläche zusammenstossen können: Schluss der Wunde durch Ueberwallung.

189. Abweichungen vom normalen Stammbau finden sich bei

vielen Dicotyledonen. Dass manche derselben auch auf der Innenseite des Holzkörpers eine Bastschicht bilden, wurde schon erwähnt (§ 151). Bei anderen findet ein stärkeres Dickenwachsthum nur auf einer Seite des Stammes oder der Wurzel (Ononis spinosa, Polygala Senega) statt. In den Stämmen der Malpighiaceen und Bignoniaceen erscheint der Holzkörper oft in eine grössere oder geringere Anzahl von isolirten Portionen dadurch getrennt, dass in den Markstrahlen und Holzparenchymzellen eine nachträgliche starke Zellvermehrung eintritt, die zur Bildung eines dem Rindenparenchym ähnlichen Gewebes führt. Natürlich besitzt nur der äusserste Kreis der Holzkörper Cambium und ist daher allein fortbildungsfähig. Bei anderen Bignoniaceen bildet der Holzkörper ein im Querschnitte vierarmiges Kreuz; bei Tecoma radicans entsteht sogar im Marke ein völlig isolirter Holzring, der ein Cambium besitzt und auf seiner dem Centrum zugekehrten Innenseite Bast entwickelt. Viele schlingende Sapindaceen (z. B. Serjania) zeigen auf dem Querschnitte der Internodien des Stammes einen stärkeren Holzkörper, der von 3—5 oder mehr schwächeren, doch völlig normal gebauten Holzkörpern umgeben ist und von denen jeder eine zugleich das verbindende Gewebe darstellende Bastschicht besitzt. Die peripherischen Holzkörper sind hier Abzweigungen des mittleren, mit welchem sie an den Knoten wieder in Verbindung treten.

Mit dem Dickenwachsthume der baumartigen Liliaceen unter den Monocotyledonen (§ 182) hat das Dickenwachsthum solcher Gymnospermen und Dicotyledonen Aehnlichkeit, bei denen das ursprüngliche Cambium sehr bald seine Thätigkeit einstellt. Hier bildet sich entweder in der primären Rinde (Menispermaceen, Gnetum) oder im Baste (Dilleniaceen, manche Leguminosen, Polygaleen, Ampelideen, Phytolaccaceen) wiederholt neues Meristem, das Kreise von isolirten Fibrovasalsträngen erzeugt, so dass der Holzkörper dieser Pflanzen nicht aus einer zusammenhängenden Masse besteht.

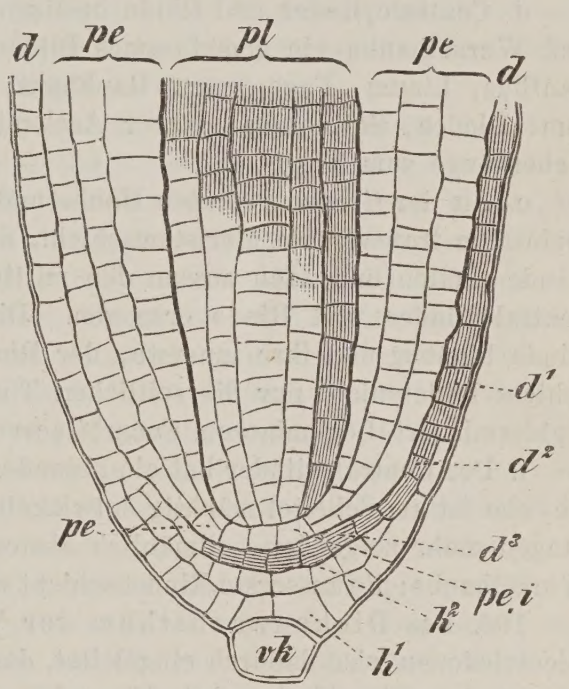
190. Die normale Zweigbildung der Phanerogamen wird von einer ganzen Gruppe in der Achsel eines Blattes oberflächlich gelegener Zellen eingeleitet. Den Ausgangspunkt bilden Zellen der äussersten Periblemschicht (Elodea, S. 99, Fig. 54, *sp* — Utricularia) oder auch tiefer gelegene Periblemzellen, welche durch radiale Streckung, der tangentiale Theilungen folgen, das Dermatogen emporwölben und so den jungen Seitenspross bald als niedrigen Zellenhöcker über der Stammoberfläche erscheinen lassen.

Bei Gabelung eines Vegetationskegels ohne Scheitelzelle (Phanerogamen — § 177) tritt im Centrum des lebhaftesten Wachsthums (Mittelpunkt des Scheitels) Stillstand ein. Dagegen entstehen ausserhalb dieser Region (excentrisch — rechts und links) zwei neue Stellen intensiven Wachsthums, zwei Zellenhöcker, die zu den beiden divergirenden Gabelsprossen werden (Hydrocharis, Vallisneria, Blüthenstände der Borragineen, Solaneen etc.). In den gleichfalls der Scheitelzelle entbehrenden Wurzeln von Lycopodium und Isoëtes (Gefässkryptogamen) geht die Dichotomie vom Plerom aus.

191. Die Blätter der Phanerogamen zeigen sich bei ihrem ersten Sichtbarwerden bereits als eine kleine Zellengruppe (S. 99, Fig. 54 f^1—f^6). Ihre Bildung geht (ob immer?) vom Periblem aus. In diesem strecken sich

an dem für die Blattanlage bestimmten Orte eine oder mehrere Zellen gewöhnlich der äussersten Schicht (Fig. 54 *p*, *p'* und *p''* unter f^1, f^2 und f^3) senkrecht zur Stammoberfläche und wölben das über ihnen liegende Dermatogen erst schwach, dann immer stärker empor, je mehr sie selbst durch bald auftretende Tangential- und Radialwände sich theilen. Das dem Wachsthume des Periblems folgende Dermatogen vermehrt seine Zellen ebenfalls durch radiale Theilungen. In den aus nur zwei Zellschichten bestehenden Blättern der Elodea canadensis findet jedoch das Wachsthum des jugendlichen, eben vorgewölbten Blattes durch eine „Scheitelkante" statt, d. h. durch mehrere neben einander liegende Randzellen, welche durch abwechselnd gegen die Ober- und Unterseite des Blattes geneigte Wände zwei Schichten von Segmentzellen abtrennen, so dass auf dem Längsschnitte des Blattes jede von ihnen wie eine Scheitelzelle aussieht (Fig. 54, f^3—f^5).

Fig. 55.



192. Das Spitzenwachsthum der Phanerogamenwurzeln läst sich, wie das der oberirdishen Axen der Blüthenpflanzen, in den meisten Fällen ebenfalls nicht auf eine einzelne (Scheitel-) Zelle zurückführen (vgl. jedoch § 177). Es ist auch hier eine Gruppe von Zellen, welche den verschiedenen Geweben — Dermatogen, Periblem und Plerom — ihren Ursprung giebt, ausserdem aber auch noch die Bildung der Wurzelhaube (§ 9, 175) veranlasst. An der primären Wurzel von Embryonen, z. B. derjenigen von Capsella, können die einzelnen Schichten der Wurzelhaubenkappen aus einer in der Fortsetzung des Dermatogens (Fig. 55, *d*, d^1, d^2) liegenden Zellschicht (Fig. 55, d^3) hervorgehen, welche durch Tangentialwände stets neue Kappen (Fig. 55, h^1, h^2) abscheidet und als Calyptrogen bezeichnet werden kann. An den Wurzeln älterer Blüthenpflanzen ist die Haube jedoch verschiedenen Ursprunges und es lassen sich hier sechs Typen des Spitzenwachsthums der Wurzel unterscheiden, nämlich:

a. In der Wurzelspitze sind vier von einander unabhängige Meristeme vorhanden: das die Wurzelhaube erzeugende Calyptrogen, das die Oberhaut

Fig. 55. Längsschnitt durch das Wurzelende eines halbreifen Embryo von Capsella bursa pastoris, nach Hanstein; Vergr. 300 — *vk* Rest des Embryoträgers. *d*—d^2 Dermatogen (der Deutlichkeit wegen auf der rechten Seite schraffirt). d^3 Calyptrogen. h^1 und h^2 dessen Wurzelhaubenkappen. *pe* Periblem und *pe,i* dessen Initialzellen. *pl* Plerom (theilweise schraffirt).

bildende Dermatogen, das zur Rinde sich umbildende Periblem und das Plerom, welches den Centralcylinder (Gefässbündel, eventuell auch Mark) erzeugt; die Haube wird beim Erlöschen des Spitzenwachsthums vollständig abgestossen (Adventivwurzeln von Hydrocharis Morsus ranae, Faserwurzeln von Pistia Stratiotes).

b. Die Wurzelspitze besitzt drei Meristeme: Calyptrogen, Plerom und ein gemeinsames Meristem für Rinde und Epidermis (Hauptwurzeln von Allium-Arten, Wurzeln der Gräser, von Canna, Alisma, Stratiotes, Juncaceen, Cyperaceen, Potameen, Typha etc.).

c. Nur der Centralcylinder (Plerom) hat ein selbständiges Meristem: Rinde, Epidermis und Wurzelhaube gehen aus einem gemeinsamen Bildungsgewebe hervor (Liliaceen, Amaryllideen, Orchideen, Palmen, Malvaceen, Umbelliferen, Pomaceen, Myrtaceen etc.). Uebergänge zum Typus *d* und *f* vorhanden.

d. Centralcylinder und Rinde besitzen gesonderte Meristeme, Epidermis und Wurzelhaube ein gemeinsames Bildungsgewebe (Hauptwurzeln von Helianthus, Linum, Fagopyrum, Raphanus; Adventivwurzeln von Myriophyllum, Elodea, Salix alba; ferner Asclepiadeen, Mentha, Verbenaceen etc. Uebergänge zum Typus *c*).

e. An der Grenze zwischen Haube und Wurzelkörper findet sich eine gemeinsame transversale Meristemschicht, deren Zellen sich nur durch Querwände theilen und nach aussen den mittleren Theil der Haube, nach innen Centralcylinder und Rinde erzeugen. Die Haube greift seitlich über die Rinde hinüber und ihre innerste, der Rinde unmittelbar angrenzende Zellschicht bildet nicht nur die seitlichen Theile der Haube, sondern auch die Epidermis fort (Leguminosen, Cucurbitaceen, Fagus, Acer, Lamium, Ficus etc.).

f. Der Centralcylinder hat ein gesondertes Meristem. Das ihn umgebende Gewebe ist am Scheitel mächtig entwickelt; seine äussersten, keine Zelltheilungen mehr zeigenden, allmählich abstossenden Schichten functioniren als Wurzelhaube; die äusserste Rindenschicht wird zur Epidermis (Gymnospermen).

193. Das Dickenwachsthum der Wurzeln der Gymnospermen und Dicotyledonen wird dadurch eingeleitet, dass auf der Innenseite der primären Bastbündel (Fig. 45, *b* auf S. 85) und von hier aus im Bogen rechts und links nach aussen fortschreitend und vor den primären Holzbündeln (Fig. 45 *g*) zusammenstossend durch Theilung der Parenchymzellen eine Meristemschicht gebildet wird. Bei Phaseolus u. A. ist der innerhalb der Bastbündel gelegene Theil derselben ein echtes Cambium, das nach innen neues Holz, nach aussen (zwischen Cambium und primärem Bast) neues Phloëm differenzirt, während das vor den primären Holzkörpern liegende Bildungsgewebe nur ein den Markstrahlen ähnliches Parenchym erzeugt, das den secundären Holzkörper auf dem Querschnitte als mehrstrahligen, aus getrennten Bündeln bestehenden Stern erscheinen lässt. Bei den meisten Holzpflanzen dagegen bildet eine im gesammten Umfange der Wurzel gleichwerthige Cambiumschicht fortdauernd Holz auf der Innenseite, Bast auf der Aussenseite, genau wie beim Dickenwachsthume des Dicotyledonen- und Gymnospermen-Stammes, von dem sich dann die Wurzel dieser überhaupt durch ihren gesammten Bau später nicht wesentlich unterscheidet, zumal auch im Umfange der Rinde eine Korkschicht wie beim Stamme erzeugt wird (§ 144).

Bei manchen, theilweise aus diesem Grunde cultivirten Wurzeln, wie der Runkelrübe (Beta vulgaris), der Möhre, (Daucus Carota) u. a., besteht (wie im Stamme gewisser Pflanzen, § 154) das secundäre Holz vorzüglich aus saftigem Holzparenchym und nur wenigen verholzten Zellen und Gefässen.

194. Die endogenen Wurzelverzweigungen entwickeln sich stets an der Aussenseite der Gefässbündel und zwar in den meisten Fällen des Holzes, seltener des Bastes (Gräser, Umbelliferen, Araliaceen); sie stehen daher der Zahl der Holz- oder Bastkörper entsprechend in eben so vielen Längsreihen an der Mutterwurzel (Fig. 1 A, S. 5). Ihre Anlage erfolgt bei den Gefässkryptogamen in der Strangsscheide, deren für die Zweiganlage bestimmte Zellen schon von vornherein durch bedeutendere Grösse und zartere Wände ausgezeichnet sind. Jede zum Wurzelzweige werdende Zelle theilt sich (oft erst nach einigen vorbereitenden Theilungen) durch geneigte Wände in der Weise, dass sofort in ihr die das Wurzelwachsthum leitende Scheitelzelle ausgeschnitten wird, durch deren Segmentirung die junge Wurzel rasch die Gestalt eines stumpfen Kegels erreicht.

Unter den Phanerogamen gehen bei Pistia Centralcylinder und Rinde des Wurzelzweiges aus dem Pericambium, Epidermis und Wurzelhaube aus der innersten Rindenschicht der Mutterwurzel hervor. Bei Zea, Alisma und Sagittaria nimmt ausser dem den Centralcylinder und die Rinde des Wurzelzweiges erzeugenden Pericambium auch die Schutzscheide der Mutterwurzel an der Bildung des Zweiges Antheil, indem sie bei Zea das Dickenwachsthum der Rinde unterstützt und einen Theil der Epidermis und der Wurzelhaube bildet, bei Alisma und Sagittaria zur äussersten Wurzelhaubenkappe wird. Bei Fagopyrum, Helianthus und Raphanus theilen sich die die Seitenwurzel anlegenden Pericambiumzellen in transversaler Richtung in zwei Schichten, deren innere sich unmittelbar zum Centralcylinder ausbildet; die äussere Schicht zerfällt darauf wieder in zwei Schichten, von denen die äussere zum Calyptrogen wird, die innere die Rinde des Wurzelzweiges erzeugt. Die Schutzscheide betheiligt sich dabei bald nicht (Raphanus), bald trägt sie zur Wurzelhaubenbildung bei (Helianthemum). Cicer bildet aus dem Pericambium der Mutterwurzel nur den Centralcylinder des Wurzelzweiges, dessen Rinde aus der Schutzscheide und einer oder zwei benachbarten Rindenschichten der Mutterwurzel hervorgeht, während das Calyptrogen später aus der äussersten Rindenschicht des Wurzelzweiges seinen Ursprung nimmt. Die Coniferen endlich lassen ihre Wurzelzweige nur aus dem Pericambium der Mutterwurzel hervorgehen.

Von den Geweben des jungen Wurzelzweiges treten nur die Fibrovasalstränge in vollständige Verbindung mit den Strängen der Mutterwurzel. Wo, wie bei den Gefässkryptogamen, die Wurzelanlage von den Gefässbündeln durch das (nur bei Equisetum fehlende) Pericambium getrennt ist, da wird in diesem durch Theilung und Differenzirung der Zellen die Verbindung hergestellt. Rinde des Wurzelastes und der Mutterwurzel treten nur theilweise, die Epidermis beider gar nicht in Zusammenhang.

III. Abschnitt.

Die Lebensvorgänge in der Pflanze.

Physiologie.

1. Die Ernährung der Pflanze.

1. Die Nährstoffe und ihre Bedeutung.

195. Für das Wachsthum der Pflanze ist vor allen Dingen die Zufuhr von Nährstoffen nothwendig, aus denen mit Hülfe chemischer, in dem Pflanzenkörper sich vollziehender Processe die für die Grössenzunahme alter und die Entwickelung neuer Organe erforderlichen Baustoffe gewonnen werden können. Es ist ferner nöthig, dass die Nährstoffe der Pflanze in einer Form geboten werden, in der sie möglichst rasch und leicht aufnehmbar und von den aufnehmenden Theilen weiter zu befördern sind, dass sie also im gasförmigen Zustande oder als Lösung zu diesen gelangen oder von ihnen leicht gelöst werden.

196. Um zu erfahren, welche Stoffe der Pflanze als Nahrung dienen, kann man einmal die chemische Analyse benutzen, welche die Zahl der im Pflanzenkörper oder in einzelnen Theilen desselben vorkommenden Elemente und deren procentisches Verhältniss ermittelt. Man erfährt dann indessen nur, welche Elemente überhaupt aufgenommen werden, jedoch nicht, welche dieser Stoffe unbedingt nothwendig und welche entbehrlich sind. Dies zeigt erst das Experiment, das die Pflanze zwingt, in einem Boden (oder in einer Nährstofflösung) zu wachsen, dessen bestimmte chemische Zusammensetzung bekannt ist und dem man die eine oder andere chemische Verbindung beliebig zusetzen oder entziehen kann. Erst durch derartige Versuche kann zugleich die physiologische Bedeutung jedes einzelnen Nährstoffes erforscht werden.

197. Dass das Wasser für jede Pflanze unentbehrlich ist, zeigt schon der Umstand, dass es den grössten Theil des Lebendgewichtes derselben ausmacht und alle Gewebe durchtränkt (§§ 58, 70, 79 etc.). Seine Menge ist freilich für die einzelnen Theile der Pflanze je nach der Beschaffenheit des Gewebes der letzteren verschieden, beträgt aber bei krautartigen Gewächsen gewöhnlich zwischen 60—80, bei Wasserpflanzen und vielen fleischigen Pilzen sogar bis 95 Procent des Gesammtgewichtes. Das Wasser ist ferner das Lösungsmittel fast sämmtlicher Baustoffe der Pflanze und liefert solche selbst durch die Zersetzung in seine beiden Grundstoffe (§ 208). Völlige Entziehung des Wassers führt den Tod der Pflanze herbei.

Die nach Vertreibung sämmtlichen Wassers durch dauernde Erwärmung auf 100—110° C gewonnene Trockensubstanz enthält die Elemente der organischen und anorganischen Bestandtheile, von denen erstere beim Verbrennen als Kohlensäure und Wasserdampf entweichen, letztere als die unverbrennlichen Aschenbestandtheile zurückbleiben.

198. Die organische Substanz der Pflanze besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff. Ausserdem enthält

sie noch Schwefel und Phosphor, die aber in der Asche, an Basen derselben gebunden, zurückbleiben. Diese in keiner Pflanze fehlenden Elemente sind die wichtigsten Nährstoffe, da sie den wesentlichen Bestandtheil der Zelle, das Protoplasma (§ 58), die ersten drei ferner die Cellulose (§ 70), Stärke (§ 99) etc. zusammensetzen.

Der etwa die Hälfte der Trockensubstanz ausmachende Kohlenstoff wird allein durch die Zersetzung der Kohlensäure der atmosphärischen Luft gewonnen (§§ 210, 214). — Der Wasserstoff stammt aus dem in den chlorophyllhaltigen Zellen zersetzten Wasser (§ 197), ein kleiner Theil vielleicht auch aus von der Pflanze aufgenommenen Ammoniakverbindungen. — Den Sauerstoff nimmt die Pflanze zu einem Theile aus der Kohlensäure der Luft und dem Wasser, zum anderen aus Sauerstoffsalzen des Bodens. — Quellen des Stickstoffes, der ein wesentlicher Bestandtheil des Protoplasmas, der Alkaloide und des Asparagins ist, sind die Ammoniak- und vorzüglich die salpetersauren Salze des Bodens, für Parasiten und Fäulnissbewohner vielleicht auch organische Stickstoffverbindungen. Der freie Stickstoff der Atmosphäre wird nicht, gasförmiges Ammoniak unter Umständen in geringer Menge aufgenommen. — Schwefel gelangt wohl meistens als schwefelsaurer Kalk in die Pflanze, in der er an der Zusammensetzung der Eiweiskörper theilnimmt. Er wird aus dem Gypse wahrscheinlich durch die in der Pflanze gebildete Oxalsäure frei, während der entstehende oxalsaure Kalk (§ 108) ungelöst in der Zelle zurückbleibt. — Der zu den Eiweisskörpern in Beziehung stehende (auch in den Globoiden der Proteïnkörper, § 67, vorkommende) Phosphor wird in Form phosphorsaurer Salze aufgenommen.

199. In der anorganischen Substanz (Pflanzenasche) sind als wichtigste, nie fehlende Elemente enthalten: Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen, Schwefel und Phosphor (vergl. die Tabellen in §§ 206, 207). Dieselben sind, wie Culturversuche in Nährlösungen verschiedener Zusammensetzung zeigen, unentbehrlich, namentlich Eisen und Kalium.

Ueber die Rolle des Schwefels und Phosphors vgl. § 198. Die Bedeutung des Eisens für die Entwickelung des Chlorophylls und mithin für die Assimilation ist bereits im § 94 angedeutet worden. Aufgenommen wird es als Eisenchlorid oder schwefelsaures Eisenoxydul. — Das Kalium spielt ebenfalls, namentlich als Chlorkalium, in etwas geringerem Grade als salpetersaures Kali, bei der Assimilation eine bedeutende Rolle. Ohne dasselbe bildet sich im Chlorophyll keine Stärke, und bei alleiniger Zufuhr von phosphor- oder schwefelsaurem Kali wird die gebildete Stärke später nicht mehr in lösliche Producte des Stoffwechsels übergeführt. Kalisalze finden sich ferner in an Zucker und Stärke reichen Organen (Runkelrüben, Kartoffeln) und scheinen sich bei der Bildung dieser Reservestoffe in irgend einer Weise zu betheiligen. — Ueber die Beziehungen des Calcium und Magnesium zu bestimmten physiologischen Processen weiss man nichts Gewisses, doch sind sie, wie Versuche beweisen, zum Gedeihen der Pflanze nothwendig. Beide werden als phosphor-, salpeter- und schwefelsaure Salze oder als Chloride aufgenommen.

200. In den meisten Pflanzenaschen finden sich ausser den im § 199 genannten Elementen noch Chlor, Natrium und Silicium. Die Noth-

wendigkeit des Chlors ist bis jetzt nur für die Samenbildung des Buchweizens nachgewiesen worden; im Uebrigen ist dasselbe vollständig entbehrlich. Das Natrium ist ohne Bedeutung, da man dasselbe ohne Schaden für das Gedeihen der Pflanze (selbst bei Salzpflanzen) aus Nährstofflösungen fortlassen kann. Ebenso können sonst an Silicium reiche Pflanzen (Gräser) völlig normal in kieselsäurefreien Lösungen cultivirt werden, und die Kieselerdeeinlagerung (§ 88) findet auch unter gewöhnlichen Umständen in grösserem Maasse meistens erst mit zunehmendem Alter der Gewebe statt.

Brom und Jod finden sich namentlich in Meerespflanzen (Tangen, Seegras), doch auch in Meeresstrandpflanzen; aus ersteren werden beide auch in grösserer Menge dargestellt. Ihre etwaige Rolle bei der Ernährung ist unbekannt. Die seltener auftretenden Elemente: Mangan, Lithium, Kupfer, Zink, Aluminium, Kobalt, Nickel, Strontium und Barium werden in der Regel nur dann aufgenommen, wenn sie vom Boden in reichlicher Menge geboten werden. Lithium findet sich z. B. in manchen Tabakarten; Zink ist namentlich in der Asche von auf Galmeiboden wachsenden Pflanzen vertreten, wie dies z. B. in der Umgebung von Aachen der Fall ist. Hier erzeugt letzteres sogar besondere Formen, wie Viola lutea Sm. var. calaminaria und Thlaspi alpestre L. var. calaminare. Auf das Vorkommen von Fluor schliesst man aus dem Vorhandensein desselben in der Zahnsubstanz pflanzenfressender Thiere.

2. Die Aufnahme der Nährstoffe aus dem Boden.

201. Die während des Wachsthums und der Neubildung von Organen im Inneren der Pflanzen stattfindenden chemischen Processe stören fortwährend das Gleichgewicht der in den Zellen vorhandenen Stoffe, um so mehr, je energischer sie vor sich gehen. Sowie in irgend einer Zelle ein Nährstoff, z. B. phosphorsaurer Kalk, auch nur in geringer Menge verbraucht wird, wird diese Zelle als ein Anziehungscentrum zunächst auf die benachbarten Zellen wirken. Es werden sich von diesen aus Theilchen phosphorsauren Kalkes nach dem Verbrauchsorte hin bewegen, um das Diffusionsgleichgewicht wieder herzustellen. Dadurch wird aber in letzteren Zellen im Verhältniss zu ihrer weiteren Umgebung das Gleichgewicht gestört; die Bewegung wird sich von ihnen aus weiter fortpflanzen und so in gleicher Weise immer mehr bis nach Orten hin, wo aus dem umgebenden Medium der Verbrauch an phosphorsaurem Kalke gedeckt werden kann. Die Bewegung wird aufhören, wenn das Diffusionsgleichgewicht wieder hergestellt ist. Da aber der phosphorsaure Kalk in der Pflanze nicht als solcher bleibt, sondern seine Elemente durch die chemischen Processe in andere Verbindungen übergeführt werden, so unterliegt das moleculare Gleichgewicht fortwährenden Störungen und es findet dabei eine allmähliche stärkere Aufspeicherung z. B. der Phosphorsäure in der Pflanze statt, als diese Säure im Wasser oder Boden der nächsten Umgebung geboten wird (vergl. die Tabellen in §§ 206, 207). Denn dieselbe Bewegung der Moleküle phosphorsauren Kalkes, die in Folge der Gleichgewichtsstörung in der Pflanze eintritt, wird auch im Wasser oder Boden hervorgerufen, wenn die aufnehmenden Organe der

Pflanze dem Medium in ihrer unmittelbaren Nähe phosphorsauren Kalk entziehen; sie wird sich auch hier so lange centrifugal verbreiten, wird so lange Theilchen phosphorsauren Kalkes der Pflanze zuführen, bis diese ihren Bedarf gedeckt hat und wieder Gleichgewichtszustand herrscht.

202. Für die im Wasser untergetaucht wachsenden Pflanzen ist die ganze Oberfläche das aufnehmende Organ. Der Zellinhalt und das die Pflanze umgebende Wasser stehen durch Vermittelung der in den Zellmembranen befindlichen Imbibitionsflüssigkeit in unmittelbarer Verbindung. Die Bewegung der im Wasser gelösten Nährstoffe veranschaulicht sich daher hier in einfachster Weise, besonders wenn man von sehr einfach gebauten, ein- oder wenigzelligen Pflanzen ausgeht.

Anders ist es bei der Landpflanze. Der Boden ist verhältnissmässig wasserarm. Sein Wasser adhärirt in dünnen Schichten den einzelnen Bodenpartikelchen; seine zahlreichen, wenn auch kleinen Zwischenräume sind mit Luft gefüllt. Um das Wasser und die in ihm gelösten Salze aufnehmen zu können, müssen daher die Wurzeln der Landpflanzen in innige Berührung mit den Bodentheilchen treten, was durch Verwachsung der Wurzelhaare mit letzteren erreicht wird, wie die mikroskopische Untersuchung der Wurzeln beweist. Schon das vorsichtige Ausheben einer Landpflanze aus dem Boden zeigt, dass, soweit Haare die Wurzeln bedecken, Sandtheile die letzteren wie Hosen umgeben und ohne vielfache Verletzung der Wurzelhaare nicht zu entfernen sind. Die mit den Bodentheilchen in Verbindung stehenden Wurzelhaare wirken aber in derselben Weise, wie die Oberhautzellen untergetauchter Wasserpflanzen. Sie saugen mit dem Wasser die in diesem gelösten Salze auf und setzen dadurch das in seinem Gleichgewichte gestörte, capillar festgehaltene Bodenwasser in Bewegung.

203. Ein Theil der Nährstoffe des Bodens ist jedoch nicht im Wasser desselben gelöst, sondern im Boden absorbirt, als ein dünner Ueberzug auf den Bodentheilchen vorhanden, der selbst durch viel Wasser nicht abgespült wird. Es gilt dies besonders für Phosphate, Kali- und Ammoniak-Salze, die durch die Thätigkeit der mit den Bodenpartikelchen verwachsenen Wurzelhaare gelöst werden müssen. Möglich wird dies durch die auch die Membranen durchtränkenden sauren Säfte der Wurzel, sowie durch die von letzterer ausgeschiedene Kohlensäure. Die lösende Kraft der Wurzel wird vorzüglich veranschaulicht, wenn man Pflanzen in Töpfen wachsen lässt, deren Boden polirte Platten eines Kalkgesteines (Marmor) enthalten, auf denen sich nach kurzer Zeit das Bild des Wurzelverlaufes in rauhen Linien einätzt. Auf blaues Lackmuspapier getupfte Wurzelschnittflächen zeigen das Vorhandensein saurer Säfte durch die Rothfärbung des Papieres.

204. Die im § 201 gegebene Deutung für die Wanderung der Nährstoff-Moleküle gilt nicht allein für das dort gebrauchte Beispiel des phosphorsauren Kalkes, sondern auch für alle anderen Nährstoffe. Ebenso ist es natürlich, dass der Verbrauch *eines* Nährstoffes nur die Bewegung von Molekülen *dieses*, nicht aber irgend eines anderen nach sich zieht. Wenn daher phosphorsaurer Kalk in einem Organe der Pflanze verarbeitet wird, bewegen sich darum noch nicht die Theilchen des schwefelsauren Kalkes dorthin. Letzteres tritt erst ein, wenn das betreffende Organ auch diese

gebraucht und zersetzt. Von einer im Inneren des Pflanzenkörpers sich bewegenden Nährflüssigkeit, die alle oder fast alle Nährstoffe enthält, kann daher nur dann die Rede sein, wenn letztere gleichzeitig zur Verwerthung gelangen. Dabei wird aber immer noch die Geschwindigkeit der verschiedenen Nährstoffe eine verschieden rasche, sich nach der Grösse des jedesmaligen Bedarfes richtende sein.

205. Dieser Bedarf ist aber sowohl für die verschiedenen Nährstoffe, als auch für die verschiedenen Entwickelungsperioden einer Pflanze und für verschiedene Pflanzenarten ein ungleicher. Daher erklärt es sich, dass einem Kulturboden durch eine Pflanze die einzelnen Nährstoffe in ungleichem Grade entzogen werden, dass bei mehrere Jahre dauernder Bebauung eines Feldes mit einer und derselben Kulturpflanze der Acker an einem bestimmten Nährstoffe zuletzt so erschöpft wird, dass dieser durch entsprechende Düngung ersetzt werden muss. Daraus erklärt sich ferner die Zweckmässigkeit des Fruchtwechsels auf unseren Aeckern, sowie die ungleiche chemische Zusammensetzung der Asche von verschiedenen, auf demselben Boden gewachsenen Pflanzenarten.

206. Nachstehende Tabelle veranschaulicht einmal das verschiedene Nährstoffbedürfniss der Pflanze, dann auch das Verhältniss der Aschenbestandtheile zu den Salzlösungen des umgebenden Mediums (§ 201).

Das umgebende Wasser enthielt in 1000 Theilen		Die Pflanzenasche enthielt in 100 Theilen bei: Chara foetida	Hottonia palustris	Stratiotes aloides
Kali	0,0054	0,49	8,34	30,82
Natron	—	0,18	3,18	1,21
Chlornatrium	0,0335	0,14	8,94	2,72
Eisenoxydul	Spur	0,04	1,82	0,38
Kalk	0,0533	54,73	21,29	10,73
Magnesia	0,0112	0,57	3,94	14,35
Phosphorsäure	0,0006	0,31	2,88	2,87
Schwefelsäure	0,0072	0,24	6,97	3,48
Kohlensäure	0,0506	42,60	21,29	30,37
Kieselsäure	Spur	0,70	18,64	1,81
100 Theile der Trockensubstanz enthielten Asche		54,584	16,69	17,19

207. Dass selbst bei nahe verwandten Arten die Zusammensetzung der Asche eine verschiedene sein kann, zeigt die folgende Tabelle, welche die Analyse von vier an der Westküste von Schottland am Ausflusse des Clyde gesammelten Fucus-Arten giebt.

In 100 Theilen Asche	Fucus digitatus	F. vesiculosus	F. nodosus	F. serratus
Kali	22,40	15,23	10,07	4,51
Natron	8,29	11,16	15,80	21,15
Kalk	11,86	9,78	12,80	16,36
Magnesia	7,44	7,16	10,93	12,66
Eisenoxyd	0,62	0,33	0,29	0,34
Chlornatrium	28,39	25,10	20,16	18,76
Jodnatrium	3,62	0,37	0,54	1,33
Schwefelsäure	13,26	28,16	26,69	21,06
Phosphorsäure	2,56	1,36	1,52	4,40
Kieselsäure	1,56	1,35	1,20	0,43
Aschenprocente überhaupt	20,4%	16,39%	16,19%	15,63%

3. Die Assimilation.

208. Dass der als Assimilation bezeichnete Vorgang der Zerlegung des Wassers und der Kohlensäure in ihre Elemente nur durch die Thätigkeit des Chlorophylls stattfindet, dass also chlorophyllfreie Pflanzen nicht zu

assimiliren vermögen, wurde bereits im § 95 angedeutet. Dass nicht etwa der isolirte Chlorophyllfarbstoff, sondern nur das an das lebende Protoplasma gebundene Chlorophyll diesen Process unter Mitwirkung des Protoplasmas vollzieht, ist ferner sicher festgestellt: die entsprechenden chemischen Processe müssen sich zwischen den vom Chlorophyllfarbstoff durchdrungenen Micellen des Protoplasmas abwickeln, wobei es ungewiss bleibt, ob das Chlorophyll während dieser Vorgänge selber chemische Veränderungen erleidet (vgl. § 94).

209. Welche chemischen Producte unmittelbare Folge der Kohlensäure- und Wasserzersetzung sind, indem die Elemente dieser beiden Verbindungen zu neuen Verbindungen zusammentreten, lässt sich mit Sicherheit nicht sagen. Soviel ist jedoch gewiss, dass in sehr vielen Pflanzen als erstes sichtbares Assimilationsproduct die Stärke in den Chlorophyllkörpern auftritt, die in vorher im Dunkeln gehaltenen und daher stärkefreien Pflanzen oft schon nach 5 Minuten directer Besonnung nachweisbar ist (§ 211). Da unter normalen Verhältnissen gleichzeitig fortwährend Stärke (in lösliche Producte umgewandelt) aus den Chlorophyllkörpern fortgeschafft wird, so kann eine nachweisbare Menge sich natürlich nur dann ansammeln, wenn die Production der Auswanderung gegenüber genügend ausgiebig ist. Andererseits dürfte in Fällen, in welchen in assimilirenden Chlorophyllkörpern keine Stärke gefunden wird, ein lösliches Kohlehydrat (Glycose) als erstes Assimilationsproduct angesprochen werden, fettes Oel nur insofern, als es durch weitere Metamorphose zunächst erzeugter Kohlehydrate seinen Ursprung nimmt. Ebenso ist es möglich, dass auch bei Anwesenheit von Stärke in den assimilirenden Chlorophyllkörpern diese Stärke erst das Umwandelungsproduct vorher entstandener Glycose ist, deren Stadium sehr rasch durchlaufen wurde. Dass Stärke aus Glycose (respective aus Oel) hervorgehen kann und umgekehrt letztere Körper Umwandlungsproducte der Stärke sein können, lehren die bekannten Vorgänge beim Stoffwechsel (§ 217). Zu Gunsten der Entstehung von Kohlehydraten als Producte der Assimilation spricht auch der durch Experimente klargelegte Umstand, dass bei letzterem Processe annähernd so viel Sauerstoff frei wird, als Kohlensäure zur Assimilation kommt, das Gesammtvolumen des die Pflanze umgebenden Gasgemenges ziemlich constant bleibt. Einem solchen Gaswechsel nach der Formel:

$$12\,CO^2 + 10\,H^2O = O^{24} + C^{12}H^{20}O^{10}$$

entspricht aber die chemische Zusammensetzung der Stärke und anderer Kohlehydrate (§§ 70, 99).

210. Quelle der Kohlensäure ist für die untergetaucht lebenden Wasserpflanzen das Wasser (das ja stets eine gewisse Quantität dieses Gases absorbirt enthält), für die frei in die Luft ragenden Gewächse zum allergrössten Theile die Kohlensäure der Luft. In kohlensäurefreier Atmosphäre unter sonst günstigen Bedingungen cultivirte stärkelose Pflanzen erzeugen nicht die geringste Spur von Stärke (§ 214). Eine sehr geringe Menge von Kohlensäure wird allerdings auch mit dem aus dem Boden stammenden Wasser aufgenommen. Durch andere kohlenstoffhaltige Verbindungen kann, soweit bis jetzt bekannt, die Kohlensäure nicht vertreten werden.

Im Inhalte der lebenden Zelle finden sich keine Gasbläschen. Es muss demnach von der aufgenommenen Kohlensäure und dem durch Zersetzung

gewonnenen Sauerstoffe stets nur soviel in der Zellflüssigkeit absorbirt werden, als diese zu lösen vermag.

211. Die Assimilation und mit ihr die Bildung der Stärke oder anderer Kohlehydrate (vgl. §§ 95 und 209), findet nur unter dem Einflusse des Lichtes statt. In dem zuvor stärkefreien Chlorophyll von Spirogyra kann schon 5 Minuten, in den Blättern von Elodea $1^1/_2$ bis 2 Stunden nach eingetretener Besonnung Stärke nachgewiesen werden. Im diffusen Lichte sind Kohlensäurezersetzung und Stärkebildung weniger energisch; in diesem tritt bei Spirogyra, Lepidium und Betula erst nach 2, bei Elodea nach 4—6 Stunden Stärke in nachweissbarer Menge auf. Im Halbdunkel cultivirte Kressepflanzen (Lepidium sativum) bildeten in langer Zeit weder Stärke, noch vermehrten dieselben ihre Trockensubstanz.

212. Bei den einfach gebauten Algen des Wassers tritt der bei der Assimilation ausgeschiedene Sauerstoff sofort in das umgebende Wasser und ähnlich wird bei höher organisirten Wasserpflanzen ein Theil desselben von den peripherischen Zellen wohl direct an das Wasser abgegeben. Die inneren Zellen jedoch scheiden die grösste Menge des Sauerstoffes in die Intercellularräume aus, in denen dann das angesammelte Gas unter einem grösseren Drucke steht, so dass es durch im Stengel angebrachte Schnitt- oder Stichwunden sofort als dauernder Blasenstrom herausquillt, so lange die Pflanze im Lichte bleibt. Mit plötzlicher Verdunkelung derselben wird der Blasenstrom fast momentan unterbrochen; einzelne noch aufsteigende Blasen treten nur in Folge der Diffusion zwischen den Gasen des Wassers und den in der Pflanze eingeschlossenen auf. Uebrigens ist das ausgeschiedene Gas nie reiner Sauerstoff, sondern dieser enthält in Folge von Diffusionsvorgängen stets Stickstoff und etwas Kohlensäure beigemengt, um so weniger, je rascher die Sauerstoffausscheidung vor sich geht.

213. Wie bei directer Besonnung und im diffusen Tageslichte, so ist auch in den verschieden brechbaren Strahlen des Spectrums die Assimilation eine ungleich starke. Im hellsten Gelb des Spectrums ist die Assimilation am energischesten; von hier aus nimmt sie beiderseits in den anderen Strahlen ab. Untersuchungen, welche die Zahl der in den einzelnen Spectralfarben in einer gewissen Zeit ausgeschiedenen Gasblasen als Maassstab nahmen, ergaben, die Zahl des hellsten Gelb gleich 100 gesetzt, folgende Reihe:

Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violett.

25,4 — 63,0 — 100,0 — 37,2 — 22,1 — 13,5 — 7,1.

Die sogenannten dunkelen (ultrarothen) Wärmestrahlen und die sogenannten chemischen (ultravioletten) Strahlen bewirken keine Zersetzung der Kohlensäure. Fasst man die Assimilation als eine Function der Wellenlänge der einzelnen Strahlen auf, so ergiebt sich nach den Zahlen dieser Reihe, dass nur solche Strahlen Assimilation bewirken, deren Wellenlänge zwischen 0,00076 (äusserstes Roth) und 0,00039 Millimetern (äusserstes Violett) liegt und dass die Strahlen von 0,00058—0,00059 Wellenlänge (die etwa der Frauenhofer'schen Linie D im Gelb entsprechen) die grösste Intensität für die Assimilation besitzen.

214. Von Einfluss auf die Intensität der Assimilation ist auch die Wärme. Bei Hottonia palustris liegt das Minimum der zur Abscheidung von Sauer-

stoffblasen nöthigen Temperatur bei 4,5° C (jedenfalls nicht unter 2,5° C), das Optimum bei ca. 31° C und bei 56° werden keine Gasblasen mehr ausgegeschieden, deren Auftreten erst bei sinkender Temperatur wieder beginnt. Doch liegt für manche Pflanzen das Minimum wohl noch tiefer, bei Moosen vielleicht bei 0° oder selbst etwas unter 0°. — Weiter ist der Kohlensäuregehalt der Luft (§ 210) von nicht unbedeutendem Einflusse auf die Energie der Assimilation. Ein in gewöhnlicher Atmosphäre befindliches Blatt zersetzt wohl weniger Kohlensäure, als es zu zersetzen vermag, weil ihm die Gasdiffusion keine genügende Menge zuführt. Mit Zunahme des Kohlensäuregehaltes steigert sich die assimilirende Thätigkeit um so mehr, je grösser gleichzeitig die Lichtintensität ist (§ 211). Allerdings darf auch hier ein Optimum von je nach den Pflanzen von 5—10% nicht wesentlich überschritten werden. Denn in einer Atmosphäre von reiner Kohlensäure ist die Assimilation eine sehr geringe, die sich steigert, wenn der Gasdruck vermindert (die Lagerung der Kohlensäuremoleküle eine weniger dichte) wird, die sich noch mehr verringert, wenn der Druck den einer Atmosphäre übersteigt. Es giebt somit unter gewöhnlichem Atmosphärendruck einen gewissen procentischen optimalen Kohlensäuregehalt der Luft, eine bestimmte partiäre Pressung (Lagerdichte der Moleküle) der Kohlensäure, bei welcher die Zersetzung der Kohlensäure am energischesten stattfindet, also auch die grösste Menge organischer Substanz von den assimilirenden Organen producirt wird. — Wassermenge des Bodens und Trockengewicht der Pflanze stehen in solcher Beziehung zu einander, dass letzteres bei 60% der wasserhaltenden Kraft am grössten ist.

Die Zersetzungsfähigkeit für Kohlensäure beginnt mit dem Ergrünen des jugendlichen Blattes, nimmt bis zur vollständigen Entfaltung desselben zu, bleibt dann längere Zeit constant und nimmt mit dem Alter des Blattes ab, um mit dem Absterben desselben ganz aufzuhören. Es ist ferner wahrscheinlich, dass jede Pflanzenart eine ihr eigenthümliche Assimilationsenergie besitzt, welche (nach Ermittelung der Gewichtszunahme unter Berücksichtigung der Gesammtgrösse der Blattflächen) beispielsweise in einem Versuche bei Phaseolus multiflorus 72,0, bei Ricinus communis 118,5, bei Helianthus annuus 124,5 betrug, wenn diejenige der vierten Versuchspflanze, Tropaeolum majus, gleich 100 gesetzt wurde.

4. Der Stoffwechsel und die Stoffwanderung.

215. Die durch die Assimilation im chlorophyllhaltigen Protoplasma gebildeten Stoffe unterliegen während des Wachsthums der Pflanze vielfachen chemischen Umwandlungen, die in ihrer Gesammtheit als Stoffwechsel bezeichnet werden. Diese Umwandlungen sind einmal dadurch geboten, dass die Assimilationsproducte des Chlorophylls nicht unmittelbar in der Form weiter verwendet werden können, in der sie entstehen (§ 209), ein ander Mal dadurch, dass der Ort ihres Verbrauches von dem der Entstehung meist weit entfernt liegt, dass sie also im gelösten Zustande, in dem sie allein transportabel sind, von Zelle zu Zelle und in bestimmten Geweben (§§ 227, 228) nach der Verbrauchsstätte wandern müssen. Stoffwechsel und Stoffwanderung stehen zu einander in inniger Beziehung.

216. Mit Ausnahme der durch die Assimilation unmittelbar erzeugten Producte (§ 209) sind alle anderen in der Pflanze vorkommenden organischen Körper Producte des Stoffwechsels. Je nachdem diese nun als Baumaterial für die Pflanze dienen oder keine weitere Verwendung im Lebensprocesse derselben finden, bezeichnet man dieselben im ersteren Falle als Baustoffe (Stärke, Cellulose, Zucker, Fett, Inulin, Eiweisskörper, Asparagin), im letzteren als Nebenproducte des Stoffwechsels oder Excrete (ätherische Oele, Harze, Gummi, Kautschuk, viele Pflanzensäuren und Alkaloide u. s. w.). Eine scharfe Grenze ist hier allerdings nicht immer zu ziehen, da unter Umständen ein sonst als Baumaterial verwendeter Körper auch als Excret auftreten kann. So wird z. B. der in den Nectarien ausgeschiedene Zucker dem Stoffwechsel entzogen; die Cellulose der in unveränderter Form im Pflanzenkörper verharrenden Zellwände müsste consequenter Weise als Excret bezeichnet werden, während derselbe Körper in vielen Samen als Reservematerial für die Keimung dient (§ 225); die meist unverändert in den Zellen liegen bleibenden Kalkoxalat-Krystalle (§ 108) werden in einzelnen Fällen wieder gelöst etc. Andererseits können Excrete trotzdem bestimmte Functionen für die Pflanze übernehmen, wie z. B. der Zucker der Nectarien die für die Bestäubung der Blüthen nothwendigen Insekten anlockt, in Menge verdampfende ätherische Oele eine Pflanze vor den schädlichen Einwirkungen von Temperaturschwankungen schützen können.

217. Welche chemischen Processe bei diesen Umwandlungen thätig sind, ist zur Zeit auch nicht einmal annähernd zu sagen. Es lässt sich auf Grund vielfacher Untersuchungen nur feststellen, dass Oel aus Stärke oder Zucker, Zucker aus Stärke und umgekehrt gebildet werden, dass Asparagin und Eiweisskörper in Wechselbeziehungen stehen. Es lässt sich ferner zeigen, dass in den verschiedensten Pflanzen, im Lichte wie im Finstern gewachsenen, in stärkehaltigen, wie in stärkefreien Organen, gewisse Fermente vorhanden sind: organische, wahrscheinlich aus Eiweisssubstanzen aber immer nur in sehr geringen Quantitäten hervorgehende Verbindungen, welche im Stande sind, die Cellulose, Stärke (§ 101) etc. in grosser Menge in gelöste Kohlehydrate umzuwandeln. Von den chemisch oft garnicht, und nur ihrer Wirkung nach bekannten Fermenten ist die Diastase in stärkehaltigen Organen aller Art wohl das verbreitetste. Sie ist aus den Pflanzen ausziehbar und ihre chemische Wirkung besteht in der Umwandlung der Stärke in Dextrin und aus diesem in Zucker (§ 225). Hefepilze, Bacterien und manche Schimmelpilze scheiden ein als Invertin bezeichnetes Ferment aus, welches Rohrzucker in Dextrose und Laevulose spaltet; fleischverdauende Pflanzen produciren Pepsin (§ 235).

Es lässt sich endlich noch nachweisen, dass (entgegen der Assimilation) der Stoffwechsel auch in chlorophyllfreien Zellen und im Finstern stattfindet, dass dabei Sauerstoff durch Athmung aufgenommen wird, die Trockensubstanz der Pflanze daher in Folge der Verbrennung eines Theils zu Kohlensäure sich verringert, während die Assimilation dieselbe stetig vermehrt, so lange die Production an assimilirter Substanz grösser ist, als der mit Stoffwechsel und Athmung verbundene Gewichtsverlust.

218. Die Producte der Assimilation und des Stoffwechsels werden ent-

weder während der Entwickelung der Pflanze sofort oder nach kurzer Zeit zum Auf- und Ausbau der Organe verwendet, oder sie werden gewissen Organen zugeführt und in diesen in bestimmter Form und grosser Menge aufgespeichert, um erst in einer späteren Vegetationsperiode als Baumaterial zu dienen. In letzterem Falle werden sie als Reservestoffe, die Behälter, in denen sie lagern, als Reservestoffbehälter bezeichnet. Als solche dienen besonders die Samen, bei ausdauernden Kräutern und Stauden die Knollen, Zwiebeln und Rhizome, bei holzbildenden Pflanzen Rinde, Holzparenchym, Markstrahlen etc. der Stämme. So enthalten die Knollen der Kartoffel und die Früchte unserer Getreidearten vorwiegend Stärke, die Georginenknollen Inulin, die Runkelrüben Rohrzucker, viele Samen fettes Oel und Stärke oder Fett und Eiweisstoffe oder Cellulose (Dattel) als Reservematerial.

219. Die Art des Stoffwechsels und der Stoffwanderung lässt sich am leichtesten an keimenden Samen verfolgen. Bei diesen sind die Reservestoffe entweder in den Keimblättern oder im Endosperm aufgespeichert. Im lufttrockenen Samen sind sie, abgesehen vom fetten Oele, in fester Form enthalten. Kommen Oel und Eiweisskörper in den Zellen vor, so sind letztere als Proteïnkörner (§ 67) vorhanden; wo dagegen Stärke auftritt, liegen die Eiweissstoffe als kleinkörnige Massen zwischen den Stärkekörnern (Fig. 18, *a* und *d*, S. 48). Während der Quellung der Samen nach der Aussaat verflüssigen sich die Eiweisstoffe mehr oder weniger und mischen sich in ölhaltigen Samen mit dem Fette zu einer trüben Masse (§ 68).

220. Im ruhenden Samen der Lupine befindet sich fettes Oel als stickstofffreies Reservematerial. Noch bevor das Würzelchen die Samenschale durchbricht, ist in diesem reichliche Bildung von Stärke eingetreten, die bald auch im hypokotylen Gliede und im Stiele der Keimblätter nachweisbar ist. Während das Würzelchen in die Länge wächst, verschwindet die Stärke in demselben zum Theil wieder, da sie als Baustoff für die Zellwände verwendet wird; neben ihr tritt dann Traubenzucker (Glycose) auf, der sich aus der Stärke bildet und das Material für die Zellwände (Cellulose) liefert. In den Keimblättern selbst findet sich zu jeder Zeit nur wenig Stärke, sowie später Traubenzucker in stets nur geringer Menge, da ja derselbe fort und fort zu den wachsenden Organen sich hinbewegt. In der wachsenden Axe ist der Zucker von den Keimblattstielen an durch das hypokotyle Glied bis in die Wurzel durch Rinde und Mark zu verfolgen; erst in der Nähe der Wurzelspitze wird er spärlicher, in der Wurzelspitze selbst ist er wegen sofortigen Verbrauches nicht mehr nachweisbar. Ebenso nimmt auch die in der Umgebung der Gefässbündel vorkommende Stärke gegen die Wurzelspitze hin ab. Hat die Wurzel etwa 100 mm Länge erreicht, so streckt sich auch der jugendliche Stengel unter Entfaltung seiner Blattanlagen. Auch hier sind dann Stärke und Glycose in gleicher Weise (wie im hypokotylen Gliede und der Wurzel) bis kurz unterhalb des grosse Quantitäten verbrauchenden Vegetationskegels zu verfolgen. Von den Keimblättern aus bewegt sich nun der aus dem Fett entstandene Zucker sowohl nach aufwärts als nach unten in die Wurzel in annähernd gleicher Stärke, während vorher der Hauptstrom des Nährstoffes allein abwärts in die energischer wachsenden Theile unterhalb der Keimblätter ging.

221. Richtung und Intensität der Stoffwanderung werden demnach allein durch die Lage des Verbrauchsortes und die Grösse des Verbrauches an diesem bedingt. Die Wanderung der Bildungsstoffe in die austreibenden Knospen eines Baumes und die Rückwanderung der assimilirten Substanz aus den Blättern des entwickelten Zweiges durch diesen in den Reservestoffe ablagernden Stamm liefern hierzu ein vorzügliches Beispiel. Einen besonderen, im Holze aufsteigenden und einen ebenso besonderen, in der Rinde sich abwärts bewegenden Bildungssaft giebt es nicht. Auch für die ältere Pflanze in allen ihren Entwickelungsphasen gilt das gleiche, auch auf die von der Wurzel aus dem Boden aufgenommenen Stoffe sich beziehende Gesetz; wo am meisten verbraucht wird, dahin richtet sich auch die ausgiebigste Bewegung (vgl. §§ 201 u. folg.). Bei einjährigen Pflanzen entwickeln sich zuerst die vegetativen Organe am mächtigsten; dann nimmt die Ausbildung der Blüthen eine Menge von Baustoffen in Anspruch und endlich bedingt die Entwickelung der Frucht die Wanderung solcher, um namentlich Reservematerial aufspeichern zu können, während um dieselbe Zeit die assimilirenden Organe schon den Höhepunkt ihrer Thätigkeit überschritten haben. Beim Roggen hat die organische Substanz 15—20 Tage vor der Reife ihren Höhepunkt erreicht. Um diese Zeit wandert alles vorhandene Bildungsmaterial in die Frucht. Die vegetativen Theile werden ärmer an Substanz, da die Stärke und verwandte Körper mit den stickstoffhaltigen Verbindungen aus Stengel und Blatt verschwinden und selbst die Chlorophyllkörner mehr oder weniger zerstört werden, um mit einem Theile ihres Materiales an der Aufspeicherung der Reservestoffe in der Frucht Antheil zu nehmen. Aehnliches geschieht bei perennirenden Pflanzen, deren oberirdische Organe jährlich absterben, bei der Ueberführung der Reservestoffe aus den oberirdischen Theilen in die unterirdischen Reservebehälter, ähnliches bei den Holzgewächsen vor den Abwerfen der Blätter. Ein Rest von Bildungsmaterial bleibt freilich, abgesehen von den Membranen der Zellen, immer in den absterbenden Organen unverwerthet zurück, mit diesen für die betreffende Pflanze zu Grunde gehend.

222. Mit dem stickstofffreien Baumateriale bewegen sich gleichzeitig auch die Zersetzungsproducte der Eiweisskörper in löslicher Form in die zu ernährenden Organe, um sich hier an der Bildung des Zellenplasmas zu betheiligen. Als solche tiefere Spaltungsproducte der eiweissartigen Körper treten namentlich verschiedene Amide oder amidartige Verbindungen auf, welche im Pflanzenreiche offenbar weit verbreitet, wenn auch nicht immer in allen Entwickelungsstadien eines Gewächses nachweisbar sind, die übrigens nicht immer nur als Translocationsmittel, sondern in manchen Fällen (Kartoffeln, Rüben) als Reservematerial neben Proteïnstoffen auftreten. In höheren Pflanzen scheinen von Amiden Asparagin und Glutamin am verbreitetsten zu sein; bei Pilzen sind Tyrosin und Leucin nachgewiesen. Besonders häufig, z. B. in Keimpflanzen von Lupinen, Erbsen etc., tritt das Asparagin auf, das an seinen Entstehungsorten und auf seinen Wegen durch den Pflanzenkörper dadurch nachweisbar ist, dass es durch absoluten Alkohol in Form grosser rhombischer Prismen ausgeschieden wird. Erst mit dem Verschwinden der letzten Eiweisskörper aus den Keimblättern, welches

erst erfolgt, wenn das Fett aus ihnen bereits längere Zeit entleert ist, verschwindet auch das Asparagin aus der wachsenden jungen Lupine.

223. Wird eine keimende Lupine im Dunkeln oder in kohlensäurefreier Atmosphäre gezogen, so dauert ihr Wachsthum nur so lange, als die stickstofffreien Reservestoffe in den Keimblättern reichen, da ja nach Verbrauch derselben keine Assimilation stattfinden kann, welche neue organische Substanz bildet (§§ 210, 211). Das Asparagin (§ 222) wird sogar in einem solchen Falle nicht verbraucht; denn eine unter den angegebenen Verhältnissen cultivirte Pflanze enthält nach dem Absterben dasselbe noch in reichlicher Menge. Bei Tropaeolum dagegen, dessen Keimpflanzen ebenfalls Asparagin bilden, verschwindet dasselbe auch im Dunkeln, weil hier stickstofffreie und stickstoffhaltige Reservestoffe in einem solchen Mengenverhältnisse im Samen vorhanden sind, dass beide gleichzeitig aufgebraucht werden.

224. Für andere keimende Samen gilt bezüglich der stickstofffreien Reservestoffe das über Lupinus Gesagte in gleicher Weise, mögen diese Reservestoffe in Keimblättern oder im Endospermgewebe aufgespeichert sein. In den meisten Fällen ist nachweisbar Traubenzucker der transportirte Baustoff, dessen Leitung vorzüglich in den parenchymatischen Geweben erfolgt und der in der Nähe der Verbrauchsstätte stets spärlicher wird, an letzterer selbst nicht mehr existirt. Das Auftreten transitorischer Stärke (§§ 101, 220) in Zellen, die auf Kosten dieser zunächst ein lebhaftes Wachsthum ausführen, ist ebenfalls eine häufige Erscheinung.

225. In endospermhaltigen Samen ist das Endosperm um so mächtiger entwickelt und um so reicher an Reservestoffen, je kleiner der Embryo ist. Der Uebertritt der gelösten Baustoffe aus dem Endosperm findet dann mit Hülfe der dem letzteren dicht angeschmiegten Keimblätter statt, die sich dabei selber vergrössern und so mit dem Endosperm in dauernder Berührung bleiben, wie dies z. B. bei der keimenden Dattel vorzüglich beobachtet wird. In dieser bildet die Cellulose der stark verdickten, hornartigen Zellwände das Reservematerial für die Ernährung des Keimpflänzchens, und diese Zellwände werden bis auf dünne Lamellen (der Intercellularsubstanz) gelöst, während der im Samen steckenbleibende Theil des Keimblattes mehr und mehr anschwillt, napfförmig wird und schliesslich den grössten Theil des Samens ausfüllt.

Dass hier wie in anderen Fällen (§§ 217, 232) von den Keimblättern ein Ferment ausgeschieden wird, welches die Lösung des Endosperms bewirkt, ist mehr als wahrscheinlich, da die Resorption der Reservestoffe stets nur in der Nähe der Keimblätter erfolgt. Bestätigt wird eine derartige Annahme durch die bei Mirabilis Jalapa beobachtete Thatsache, dass Stärke, die man an Stelle des entfernten Endosperms in die nachenförmig zusammengefalteten Cotyledonen bringt, Lösungsvorgänge zeigt. Auf der anderen Seite können Stoffmetamorphosen aber auch theilweise oder ganz unabhängig vom Embryo eingeleitet werden, so z. B. im Endosperm von Ricinus, das bei der Keimung ein selbständiges Wachsthum zeigt und sogar dann, wenn es vom Embryo getrennt und feucht gehalten wird.

226. Für die Ueberführung der stickstofffreien Reservestoffe aus Knollen, Zwiebeln, Rhizomen und Stämmen nach den Verbrauchsstätten und für die

Art der Umwandlung derselben lässt sich ein ähnliches Bild, wie für die Keimung der Samen (§§ 220—225) entwerfen. Bezüglich des stickstoffhaltigen Materiales sind auch hier wohl die bereits im § 222 genannten Amide, vorzüglich das Asparagin, die häufigsten und dabei leicht diosmirenden Zersetzungsproducte der Eiweisskörper. In an stickstofffreien Substanzen armen Organen kann sich z. B. das Asparagin mit der Zeit in mehr oder minder bedeutenden Quantitäten anhäufen, um bei Auftreten von genügenden Mengen von Kohlehydraten rasch zu Eiweisskörpern regenerirt werden. Es haben ferner Versuche dargethan, dass Pflanzen in Nährstofflösungen aufgezogen werden können, in denen als einzige stickstoffhaltige Substanz Leucin, Tyrosin oder Asparagin enthalten ist.

227. Für den Transport stickstoffhaltiger (Eiweiss-) Körper muss in den meisten Fällen der Weichbast (§ 153 c) als leitendes Gewebe betrachtet werden. Sind in ihm Eiweisskörper in grösserer Menge enthalten, so lassen sie sich durch ihre Reaction gegen Kupfervitriol und Kali (§ 59) leicht nachweissen. Auch experimentell ist die Rolle des Weichbastes beim Transport der stickstoffhaltigen Nährstoffe leicht festzustellen. Ringelt man Zweige (z. B. Weidenzweige) in ihrem unteren Theile bis auf das Holz und stellt sie darauf in Wasser, so treibt das obere Ende derselben nicht allein seine Knospen zu beblätterten Zweigen aus, sondern es entwickelt auch meist zahlreiche und kräftige Wurzeln, während das unter der Ringelung gelegene Stück des Zweiges zufällig vorhandene Knospen kümmerlich, Wurzeln nur in geringem Maasse oder gar nicht ausbildet. In diesem unteren Ende genügen offenbar die im Gewebe der Rinde, des Holzes und des Markes aufgespeicherten Stoffe zu irgend welchen bedeutenden Neubildungen nicht. Da aber nachgewiesen ist, dass stickstofffreie Reservestoffe auch durch Holz und Mark transportabel sind, diese also dem unteren Theile des geringelten Zweiges zugeleitet werden können, so muss hauptsächlich der Mangel stickstoffhaltiger Nahrung die Ursache der kümmerlichen Entwickelung des Zweigendes unter der Ringelungsstelle sein. Noch deutlicher tritt dies durch Versuche mit Zweigen hervor, die (wie Oleander und Solaneen) auch auf der Innenseite der Fibrovasalstränge, dem Marke angrenzend, Weichbast führen. Bei diesen, sowie bei Pflanzen, welche im Markkörper noch Gefässbündel entwickeln (Piperaceen, Nyctagineen), sind auch nach Entfernung eines Rindengürtels noch Communicationswege offen, welche dem unter der Ringelung gelegenen Zweigstücke mikrochemisch nachweisbare Eiweisskörper zuführen.

228. Allerdings werden im Weichbaste neben Eiweissstoffen gleichzeitig auch stickstofffreie Baustoffe transportirt, wie unter anderem das Vorkommen von Stärke in den Siebröhren (§ 153 a) und der für kleine Körner mögliche Durchtritt derselben durch die Siebplatten beweist. Die Arbeitstheilung ist also bei der Stoffwanderung keine absolute, sondern eine relative, wie in gleicher Weise für das Grundgewebe durch die Wanderung des Asparagins neben Zucker bestätigt wird. In manchen Pflanzen führen auch die Milchsaftbehälter plastische, stickstoffhaltige und stickstofffreie Baumaterialien für die Pflanze mit sich, wenn auch die meisten Bestandtheile des Milchsaftes als Excrete zu betrachten sind (§ 163). In abge-

schnittenen und als Stecklinge austreibenden Zweigen des Maulbeerbaumes wird der Milchsaft ärmer an Stoffen, was die Verwendung eines Theiles derselben bei Neubildung von Organen beweist.

229. Was für die Fortbewegung der Reservestoffe der keimenden oder austreibenden Pflanze Gültigkeit hat, darf auch, wie schon hie und da angedeutet, von den assimilirten, dem Stoffwechsel unterliegenden Baustoffen gesagt werden. Die im Chlorophyll unter dem Einflusse des Lichtes erzeugte Stärke wird bei Tag und Nacht in den löslichen Traubenzucker übergeführt und als solcher nach seinen Verbrauchsorten transportirt, an denen er weitere chemische Umwandlungen erfährt. Freilich geschieht die Lösung der Stärke nicht zu allen Zeiten mit gleicher Energie; bei starkem Verbrauche findet sie rascher statt, als bei schwächerem. Bei stark verminderter Assimilation oder gänzlichem Aufhören derselben verschwindet die Stärke vollständig aus den Chlorophyllkörnern, da im ersteren Falle die Production hinter dem Verbrauche zurückbleibt, im letzteren überhaupt ganz wegfällt. Wir sehen daher auch während der Nacht, in der bei völlig eingestellter Assimilation eine ganze Reihe von Neubildungen vor sich gehen, die am Tage erzeugte Stärke mehr oder weniger vollständig aus dem Chlorophyll verschwinden, während mit Beginn der Lichtwirkung solche wieder neu gebildet wird (§ 211).

230. Bezüglich der Wanderung der durch den Stoffwechsel erzeugten löslichen Verbindungen gelten die bereits in §§ 201 u. 204 gegebenen Erörterungen. Wird beispielsweise an irgend einem Orte in der Pflanze, wie in der Wurzel der Runkelrübe, Glycose (Traubenzucker) in grösserer Menge verbraucht, so bewegt sich der in den assimilirenden Blättern aus der Stärke gebildete Zucker dorthin. Dadurch aber, dass in den Zellen der Runkelrübe die eingewanderte Glycose in Rohrzucker umgewandelt wird, die Glycoselösung also an Concentration sinkt, während in den Blättern durch stetig neu gebildete Glycose die Concentration der Lösung sich steigert, wird das moleculare Gleichgewicht der Lösung in der Pflanze fortwährend gestört: die Rübe wirkt als Anziehungscentrum und veranlasst dauerndes Zuströmen von Traubenzucker unter fortwährender Umwandelung desselben in Rohrzucker, der mithin in stetig wachsender Menge aufgespeichert wird. Dasselbe gilt, wenn in dem Samen einer Pflanze Stärke, Fett oder Cellulose, in der Georginenknolle Inulin aus dem einwandernden Zucker gebildet wird.

231. Wie bei Keimpflanzen endospermhaltiger Samen die Reservenahrungsstoffe dem Endosperm durch die Keimblätter durch Aufsaugung entzogen werden (§ 225), so müssen auch Schmarotzer und Fäulnissbewohner (§ 96) ihren Nährpflanzen oder den in Zersetzung begriffenen organischen Stoffen des Bodens bereits vorgebildete organische Verbindungen entnehmen. Die Parasiten durchwachsen zu diesem Zwecke direct die lebenden Zellen (Mycelium mancher Pilze) oder vegetiren vollständig in letzteren (manche Chytridiaceen unter den Pilzen); oder sie besitzen Saugorgane (Saugwurzeln, Haustorien), welche in die Wirthpflanze eindringen und in dieser sich häufig vielfach verzweigen (Haustorien von Peronospora, Erysiphe etc.; Rindenwurzeln von Viscum). Bei Cuscuta löst sich der in die Nährpflanze eingedrungene Gewebekörper des Haustoriums sogar pinselartig in eine An-

zahl isolirt fortwachsender Zellenfäden auf, die sich mit dem Mycelium eines Pilzes vergleichen lassen. Da der Anschluss der in die Wirthpflanze eingedrungenen Organe des Parasiten an die Gewebe der ersteren ein sehr inniger ist, so können natürlich die vom Wirthe assimilirten Stoffe auf dem Wege der Stoffwanderung in die aufnehmenden Organe des Schmarotzers ebenso leicht übergehen, wie z. B. die im Stamme erzeugten Nährstoffe in eine austreibende Knospe. Geringe Mengen von Chlorophyll, wie sie z. B. in Orobanchen beobachtet werden, spielen bei der Ernährung keine wesentliche Rolle, wohingegen chlorophyllreiche Parasiten (Loranthaceen, Santalaceen, Rhinanthaceen), welche selber bedeutend assimiliren, der Hauptsache nach nur Wasser und die in diesem gelösten Mineralstoffe aus ihrer Wirthpflanze aufnehmen.

232. Von den auf sich zersetzender organischer Substanz wachsenden Humus-, Fäulnissbewohnern oder Saprophyten (vielen Pilzen, Neottia, Coralliorrhiza etc.) werden wahrscheinlich, wie von den Keimlingen endospermhaltiger Samen (§ 225), Stoffe ausgeschieden, welche die im Substrate enthaltenen organischen Verbindungen zu lösen vermögen. Bei Saprophyten, denen Wurzeln ganz fehlen (Coralliorrhiza, Epipogon), oder bei denen sie wenig entwickelt sind (Neottia), ist vielleicht die gesammte Körperoberfläche für die Aufnahme von Nährstoffen geeignet, so lange diese Pflanzen noch ganz im Boden verborgen stecken. Dass einzelne saprophytisch lebende Phanerogamen etwas Chlorophyll besitzen (§ 96), kommt wenig in Betracht, da dasselbe nicht genügend assimilirt, um den ganzen Bedarf an organischen Stoffen zu decken. Bemerkenswerth ist ferner die Thatsache, dass manche Pilze ihre Entwickelung als Parasiten beginnen, um erst nach dem Absterben des von ihnen befallenen Wirthes als Saprophyten ihre höchste Entwickelungsstufe zu erreichen (viele Schlauchpilze), wie umgekehrt saprophytische Pilze gelegentlich auch als Parasiten leben können. Unter den Phanerogamen ist Monotropa in Buchenwäldern ein Saprophyt, während dieselbe Pflanze in Fichtenwäldern mittelst ihrer Haustorien auf den Fichtenwurzeln schmarotzt, nebenbei aber auch saprophytisch organische Stoffe aufnimmt, wenigstens so lange, ehe der aus dem sehr winzigen Samen zu erheblicher Grösse heranwachsende Wurzelstock sich auf den Fichtenwurzeln befestigt.

233. Eine Anzahl von verschiedenen Familien angehörigen Gewächsen hat als fleischverdauende („fleischfressende oder insektenfressende“) Pflanzen Aufsehen erregt und eine Menge von Untersuchungen veranlasst.

Die Blätter von Drosera rotundifolia (Droseraceae) besitzen auf ihrer Oberfläche und am Rande eigenthümliche Drüsenhaare (Digestions-Drüsen), deren Grösse nach der Mitte zu abnimmt und deren vielzelliges Köpfchen fortwährend von einem kleberigen, neutral reagirenden Secrete überzogen ist, das kleine Insekten leicht festhält. Letztere finden durch Verstopfung ihrer Tracheen durch das Secret bald den Tod, die in ihrer Nähe befindlichen Drüsenhaare legen sich in Folge des Reizes über sie und die Bewegung (Resorptions-Bewegung) der Haare pflanzt sich von hier centrifugal fort, bis (oft erst nach vielen Stunden) sämmtliche Drüsenköpfchen

über der Blattmitte zusammengeneigt sind. Das jetzt reichlicher ausfliessende und sauer werdende Secret löst alle Weichtheile des Insektes und die leere Chitinhaut bleibt allein übrig, die Haare begeben sich langsam in ihre ausgebreitete, reizempfängliche Stellung zurück, die Secretion hört während der dazu erforderlichen Zeit vorübergehend auf und das gänzliche Abtrocknen des Blattes beweist die vollständige Aufnahme der gelösten Insektentheile.

234. Die zur gleichen Familie gehörige Dionaea muscipula Nordamerika's schlägt, wenn ein Insekt die Blattoberseite berührt, die beiden klappenartigen Hälften der Blattspreite rasch nach oben zusammen, wobei die langen Stachelzähne des Randes wie die Finger zum Gebete gefalteter Hände ineinander greifen. Zahlreiche kleine Drüsenhaare der Oberseite scheiden dann erst ein die Lösung des Thieres wie bei Drosera bewirkendes Secret aus. Die im tropischen Asien heimischen Arten der Gattung Nepenthes (Nepenthaceae) secerniren aus Drüsen der Innenseite ihres kannenförmigen Blattes eine wässerige Flüssigkeit, welche im Stande ist, hineingefallene Thierchen zu lösen. Das kleberige Secret der Blätter von Pinguicula (Lentibulariaceae), die Secrete von Utricularia, Aldrovandia, Sarracenia besitzen gleichfalls verdauende Eigenschaften. Aehnlich, wie gefangene Thiere, werden auch Stückchen Fleisch, Eiweiss etc., die mit den Ausscheidungen genannter Pflanzen in Berührung gebracht werden, gelöst.

235. Die Secrete der bis jetzt näher untersuchten fleischverdauenden Pflanzen wirken wie der sauere Magensaft, resp. wie mit Säure versetztes Pepsin; wird ihre Säure neutralisirt, so hört die Wirkung auf und Stoffe, welche von saurer Pepsinlösung überhaupt nicht angegriffen werden, bleiben auch im Secrete der betreffenden Gewächse ungelöst zurück (Chitinhäute). Mit der Entstehung löslicher Peptone, in welche eiweisshaltige Stoffe durch Pepsin verwandelt werden, ist aber auch die Möglichkeit der Aufnahme in die Pflanze gegeben, wenn auch nicht behauptet werden kann, dass die speciell als Peptone bezeichneten Körper als solche in die Pflanzenzellen eintreten, da sie immerhin noch relativ schwer diosmirende Stoffe sind während die Hautschicht des Plasmas nur für leicht diosmirende Krystalloide durchdringbar zu sein scheint. Ebenso lässt sich zur Zeit nicht endgültig entscheiden, ob das Ferment in dem Secrete fleischverdauender Pflanzen mit dem Pepsin des Magensaftes vollkommen identisch ist, und sich nicht sicher sagen, welche Säuren mit ihm im Secrete wirksam sind. So viel scheint indessen gewiss, dass nicht Salzsäure (wie im Magensafte), sondern eine organische Säure functionirt. Pepsin ist im Vereine mit Ameisensäure und Citronensäure in hohem Grade wirksam. Ameisensäure kommt im Secrete von Drosera und Dionaea vor, Citronensäure neben Apfelsäure in den Kannen von Nepenthes. Dass die Säure bei Drosera erst nach der Reizung (chemischer wie mechanischer) ausgeschieden wird, ist sicher, ebenso tritt sie bei Nepenthes und Pinguicula nur in Folge eines chemischen Reizes auf, während bei Drosophyllum (Droseraceae) das Secret immer stark sauer reagirt, bei Dionaea Ferment und Säure zusammen erst nach Reizung secernirt werden.

236. An der möglichen Verarbeitung der auf dem angedeuteten Wege in die Pflanze aufgenommenen organischen Stoffe kann nicht gezweifelt wer-

den. Zufuhr stickstoffhaltiger Verbindungen (nächst denen vielleicht noch die Gewinnung von Phosphorsäure aus den thierischen Körpern von Bedeutung sein könnte), wird hier vor allen Dingen ins Gewicht fallen. Auf der anderen Seite ist es jedoch gewiss, dass die betreffenden Pflanzen auch ohne Fleischkost vollkommen gut fortkommen, durch das Insektenfangen für die fleischfressenden Phanerogamen also nur eine facultative Nahrungsquelle geboten ist. Anders stellt sich das Verhältniss bei gewissen Pilzen, die nur auf den lebenden thierischen Organismus angewiesen sind, wie Entomophthora, Empusa, Cordiceps etc., deren Keimschläuche sich durch die Haut lebender Insekten oder deren Larven einen Weg bahnen, indem sie an der Berührungsstelle lösend auf dieselbe wirken, und die nun mit ihrem Mycelium das Innere des Thierkörpers durchwuchern, den Fettkörper desselben verzehren und in die verschiedensten Organe eindringen, dieselben gründlich zerstörend. Dass die Fähigkeit, Eiweissstoffe zu verdauen, diesen Pilzen nicht mangelt, darf wohl als sicher angenommen werden; die energische Zersetzung von Eiweiss durch Bacterien ist bekannt.

2. Die Athmung.

237. Unter der Athmung versteht man, wie bei den Thieren, so auch bei der Pflanze die Aufnahme von Sauerstoff aus der Atmosphäre und die Verbrennung eines Theiles der organischen Substanz mit dem aufgenommenen Sauerstoffe zu Kohlensäure, welche von der athmenden Pflanze ausgehaucht wird. Gleichzeitig wird auch Wasser gebildet, wie sich aus der Elementaranalyse ergiebt. Mit der Ernährung durch Assimilation und Stoffwechsel darf aber die Athmung, wie oft geschieht, nicht zusammengeworfen werden; denn bei der Assimilation wird die organische Substanz durch die Kohlehydrate und deren Umwandlungsproducte stetig vermehrt, während durch Athmung die organische Substanz im Gegentheile eine Verminderung erleidet: die Assimilation ist ein Reductions-, die Athmung ein Oxydationsprocess. Letzterer trifft nach den vorliegenden Untersuchungen nur die stickstofffreien Verbindungen (Kohlehydrate) der Pflanze; die stickstoffhaltigen (Eiweisskörper) erleiden keinen Verlust.

238. Bei der im Dunkeln weilenden Pflanze (also im normalen Verlaufe des Nachts) wird nur Athmung beobachtet, im Lichte (am Tage) finden Assimilation und Athmung gleichzeitig statt. Im letzteren Falle tritt jedoch die Athmung gegenüber der Assimilation zurück, so dass trotz oft beträchtlicher Verluste an organischem Material dennoch der Ueberschuss an neugebildeter organischer Substanz so bedeutend ist, dass eine stetige Zunahme des Trockengewichtes der Pflanze erfolgen kann (§ 240). Wird dagegen eine Pflanze, z. B. ein keimender Same, im Dunkeln cultivirt, wo keine Zufuhr von Bildungsmaterial durch Assimilation erfolgt, so tritt in Folge allein stattfindender Athmung ein beträchtlicher Gewichtsverlust an Trockensubstanz und damit Stillstand im Wachsthum und schliesslich der Tod der Pflanze ein.

Auf der anderen Seite ist aber die an das lebende Zellenplasma gebundene Sauerstoffathmung für die normale Entwickelung jeder Pflanze

unbedingt nothwendig. Ohne dieselbe findet kein ausgiebiger Stoffwechsel statt, da auch durch sie fortwährend das chemische Gleichgewicht der Stoffe innerhalb der Gewebe gestört und in Folge dessen die innere Bewegung erhalten wird. Je energischer bis zu einem gewissen Grade die Athmung vor sich geht, um so energischer ist auch der Stoffwechsel und umgekehrt. Man findet daher die kräftigste Athmung bei keimenden Samen, sich entfaltenden Blüthen und Knospen. Wie andere Lebensvorgänge, z. B. Assimilation und Wachsthum, so wird auch die Athmungsenergie mit zunehmender Temperatur gesteigert, selbst noch bei Wärmegraden, welche sich der Tödtungstemperatur für die Pflanze nähern. Andererseits findet noch bei niederen Temperaturen, welche das Wachsthum stille stehen lassen, merkliche Athmung statt, bei Weizenkeimlingen z. B. noch bei 0,1 —0,3° C. — In sauerstofffreier Atmosphäre tritt der Tod der Pflanze ein, umgekehrt aber auch bei gesteigertem Sauerstoffdrucke (in sehr stark comprimirter sauerstoffreicher Luft).

239. Beim Athmungsprocesse sind zwei Reihen von Vorgängen auseinander zu halten, obgleich dieselben zu einander wieder in engster Beziehung stehen: die intramoleculare Athmung einerseits und die durch den Zutritt atmosphärischen Sauerstoffes bedingte weitere Oxydation ihrer Zersetzungsproducte andererseits. Wird nämlich lebensfähigen Zellen jede Zufuhr von freiem Sauerstoff abgeschnitten, so findet dennoch Ausscheidung von Kohlensäure statt, welche das Product jener tief eingreifenden molecularen Umlagerungen ist, die als intramoleculare Athmung bezeichnet werden. Neben der Kohlensäure entstehen aber durch Spaltung des Zuckers in auffallender Weise auch noch andere nicht gasförmige, bei der gewöhnlichen Sauerstoffathmung fehlende Producte, unter denen stets Aethylalkohol sich findet. Dieser bei gewissen niederen Pilzen, vorzüglich den Hefepilzen, lange bekannte und als Gährung bezeichnete Process spielt sich auch in den Zellen aller höheren Pflanzen ab, wobei allerdings nach längerer oder kürzerer Zeit der Tod des Organismus eintritt, wenn die Entziehung freien Sauerstoffes eine andauernde bleibt. Tritt aber freier Sauerstoff während der intramolecularen Athmung hinzu, so kommen die Zersetzungsproducte der letzteren nur noch in beschränkter Menge zum Vorschein, wenn die Sauerstoffzufuhr eine beschränkte ist, bis endlich bei genügendem Sauerstoffzutritte nichts mehr von jenen Producten zu finden ist, weil sie (namentlich der Alkohol) im Momente des Entstehens mit dem Sauerstoffe sofort weiter oxydirt werden.

240. Intramoleculare Athmung und Athmung freien Sauerstoffes stehen also in solchem Zusammenhange, dass erstere die Ursache der letzteren wird, dass ein Theil der durch die Gesammtathmung ausgeschiedenen Kohlensäure der bei der intramolecularen Athmung stattfindenden Umlagerung, der übrige Theil der vom Eingriffe des freien Sauerstoffes abhängigen Oxydation seine Entstehung verdankt. — Nach anderer Auffassung wäre jedoch sämmtliche durch den Athmungsprocess entstandene Kohlensäure das alleinige Product der intramolecularen Athmung und der atmosphärische Sauerstoff bei dieser Kohlensäurebildung nicht betheiligt. Es würden nach dieser letzteren Anschauung durch das fortwährende Zerfallen der Protoplasma-

theilchen in der Zelle sich befindende Molecüle der Kohlehydrate dazu verwendet, jene Protoplasmamolecüle sofort wieder zu restauriren, während andere Zuckermolecüle unter Anderem als Producte jener stetigen Eiweisszersetzungen nun bei ihrem Entstehen fortdauernd in Alkohol und Kohlensäure zerfallen. Durch den in den Geweben sich aufhaltenden atmosphärischen Sauerstoff aber würden die Alkoholmolecüle im Augenblicke der Entstehung oxydirt, doch nicht in dem Verhältnisse, dass Kohlensäure und Wasser entstehen; sondern die Sauerstoffatome sollen sich in dem Maasse zu den Alkohlmolecülen addiren, dass (unter entsprechendem Wasseraustritt) Isomere der Essigsäure entstehen würden, deren Atome sich jedoch umlagern und wieder ein Zuckermolecül bilden.

241. Die in Folge der Verbrennung organischer Substanz bei der Athmung frei werdende Wärme ist bei den allermeisten Pflanzen nicht wahrnehmbar, da durch die Wärmestrahlung in Folge bedeutender Flächenentwickelung, durch Transpiration und durch rasche Vertheilung der frei werdenden Wärme auf das die Gewebe massenhaft durchtränkende Wasser der Temperaturerhöhung der Pflanze Schranken gesetzt sind, abgesehen davon, dass die Athmung eben nur in besonderen Fällen eine sehr ergiebige ist. In solchen Ausnahmefällen, wie sie Massen keimender Samen oder Früchte (z. B. der Gerste bei der Malzbereitung), sich entwickelnde Blüthenstände (z. B. von Compositen und namentlich solche der Aroideen) u. s. w. bieten, gelingt dann unter Beobachtung der nöthigen Vorsichtsmaassregeln auch der Nachweis einer oft bedeutenden Temperatursteigerung. In einer einzelnen Blüthe einer Nymphaea betrug diese 0,6°, in einer solchen vom Kürbis 0,8° C; bei 100—200 keimenden Erbsen wurden 1,5°, in Blüthenkolben von Aroideen 4—5 und selbst 10—15° C Selbsterwärmung beobachtet.

Die an einzelnen lebenden Pilzen, wie Agaricus olearius (Südeuropa), A. Gardneri (Brasilien), A. igneus (Amboina) und an dem früher als Rhizomorpha bezeichneten Mycelium des Agaricus melleus beobachtete Entwickelung eines hell phosphorescirenden, weissen, bläulichen oder grünlichen Lichtes hängt ebenfalls mit der Athmung zusammen.

Die Bewegung des Plasmas, sowie die periodischen und Reiz-Bewegungen gewisser Organe (z. B. der Mimosenblätter) hören bei Entziehung des Sauerstoffes auf.

3. Die Bewegung des Wassers in der Pflanze.

242. Die in den folgenden Abschnitten einzeln in ihrem Verlaufe dargestellten Erscheinungen der Wasserbewegung stehen in der lebenden Pflanze in einem solchen Zusammenhange, dass nur das Zusammenwirken aller bei ihnen thätigen Kräfte im Stande ist, einen für das Leben der Pflanze genügenden Wasserstrom zu erzeugen.

1. Die langsame Bewegung des Wassers während des Wachsthums.

243. Dass bei den der Ernährung der Pflanze dienenden Vorgängen der Assimilation und des Stoffwechsels bedeutende Quantitäten von Wasser verbraucht werden, bedarf nach dem in den betreffenden Abschnitten Gesagten

keiner weitläufigen Erörterung. Für die Assimilation muss das Wasser den zur Bildung der Kohlehydrate nöthigen Wasserstoff liefern, der auch in die Formel einer ganzen Reihe anderer chemischen Verbindungen eintritt. Wasser ist das Transportmittel der im Boden gelösten anorganischen Nährstoffe, sowie Lösungs- und Transportmittel der Producte des Stoffwechsels.

244. Die Geschwindigkeit und die Richtung der bei den genannten Vorgängen stattfindenden Wasserströmung ist daher auch von der Energie und dem Orte dieser Processe abhängig. Von den Verbrauchsstätten aus erstreckt sich die Anziehung auf neue zur Verwendung kommende Wassertheilchen zunächst auf die angrenzenden Zellen oder Gewebe, von diesen aus auf weiter rückwärts liegende und so fort. Lässt man eine Zwiebel oder Kartoffel in feuchter Luft austreiben, so wird die Wasserentziehung sich rückwärts nur bis auf die fleischigen Schuppenblätter der Zwiebel wie andererseits auf die Kartoffelknolle erstrecken und beide werden nicht nur in Folge der Abnahme der Reservestoffe, sondern auch des Wasserverlustes wegen erschlaffen. Mit dem Verbrauche dieses Wassers geht der Trieb zu Grunde. Pflanzt man dagegen die treibende Zwiebel oder Knolle in die Erde, so erstreckt sich mit beginnender Entwickelung der Wurzeln die Wasserbewegung auch auf diese und von ihnen aus auf das im Boden befindliche Wasser (§ 202).

245. Gleichgewichtsstörung im Wassergehalte der verschiedenen Zellen ist auch hier die Ursache der Bewegung des Wassers von Zelle zu Zelle; bewirkt wird diese Störung durch die Imbibition der Membranen und des Protoplasmas mit Wasser, sowie durch die Anziehung des letzteren von Seite der in der Zelle gelösten und sich lösenden Stoffe. An der Fortbewegung selbst betheiligen sich sämmtliche Gewebe der Pflanze.

2. Die Transpiration.

246. Unter Transpiration versteht man die Verdunstung von Wasser aus den Geweben der Pflanze. Dieselbe findet sowohl an der gesammten Oberfläche, als auch im Inneren der Pflanze statt. Im letzteren Falle nehmen die Intercellularräume den Wasserdampf auf, um ihn durch die Spaltöffnungen der äusseren Atmosphäre zuzuführen. Da der Zellinhalt durch die umhüllende Membran geschützt ist, so wird zunächst die letztere bei der Verdunstung ihr Wasser abgeben, den Verlust aber auf diosmotischem Wege aus dem ihr angrenzenden Plasma und durch dieses aus dem Zellsafte ergänzen, so dass also auch der Zellinhalt in Mitleidenschaft gezogen wird.

247. Die Grösse der Verdunstung hängt sowohl vom Bau der Pflanze als auch von äusseren Bedingungen ab. Im Wasser untergetaucht vegetirende Pflanzen unterliegen natürlich der Verdunstung nicht. Organe, welche durch starke Kork- und Borkelagen geschützt sind, werden in Folge der physikalischen und chemischen Beschaffenheit dieser Gewebe (§ 84) vor Verdunstung geschützt sein oder von derselben nur in geringem Maasse betroffen werden (Stämme unserer Bäume — das Experiment leicht an geschälten und ungeschälten Kartoffeln, Aepfeln und dergleichen zu machen). In gleichem Sinne wirken Cuticularbildungen (§ 131). Sind dieselben von geringer Entwickelung, so beschränken sie die Transpiration nur wenig (Wurzeln; krautige,

dünne Blätter); mächtige Ausbildung der Cuticula und Cuticularschichten der Epidermis schützt dagegen in hohem Grade (immergrüne Blätter, Cactusstämme), um so mehr, wenn gleichzeitig bedeutende Wachsmengen den Membranen auf- oder eingelagert sind. Auf der anderen Seite wird die Verdunstung gesteigert durch Nichtcuticularisirung der Zellwände und durch möglichst starke und durch Behaarung noch vergrösserte Flächenausbreitung der Organe, namentlich der Blätter.

248. Die in die Intercellularräume verdunstete Wassermenge wird um so ergiebiger sein, je weiter die ersteren und je wasserreicher die angrenzenden Zellen sind. Der im Inneren der Pflanze ausgeschiedene Wasserdampf wird durch die Spaltöffnungen der Atmosphäre zugeführt. Bei Gewächsen mit starken Cuticularbildungen und Wachsablagerungen sind daher die Intercellulargänge mit den Spaltöffnungen die Hauptorgane und Regulatoren der Transpiration (§ 251), deren Grösse dann von der Weite der ersteren und von der Zahl der letzteren abhängig sein wird. Indessen steigt auch bei anderen Pflanzen die Verdunstung mit der Zahl der auf einer bestimmten Fläche befindlichen Spaltöffnungen; die Unterseite der Blätter verdunstet daher in der Regel mehr Wasser als die Oberseite derselben in gleicher Zeit. — Für die Entleerung des Wasserdampfes aus den Intercellularräumen ist die Steigerung der Spannung desselben in diesen Organen, sowie das Sinken der Dampfspannung ausserhalb der Pflanze maassgebend.

249. Unter den äusseren Bedingungen für die Transpiration spielt zuerst der Feuchtigkeitsgehalt der Luft eine bedeutende Rolle, da (bei sonst gleichen Bedingungen) mit der Steigerung desselben die Menge des von der Pflanze verdunsteten Wassers sich verringert, mit dem Sinken des Wassergehaltes der Luft aber die Transpiration gesteigert wird. Im mit Wasserdampf gesättigten Raume ist die Verdunstung einer Pflanze fast Null. In einer sehr trockenen Atmosphäre tritt dagegen in Folge der durch den bedeutenden Wasserverlust verminderten Turgescenz der Gewebe (respective der einzelnen Zellen) ein rasches Welken ein, falls nicht eine ausgiebige Wasserzufuhr nach den verdunstenden Organen hin stattfindet. Da von den Blättern Wasser, welches deren Oberfläche als Regen oder Thau netzt, nicht oder in kaum bemerkenswerther Menge aufgenommen wird, so ist das rasche Straffwerden gewelkter Pflanzen nach einem Regen nur auf den höheren Feuchtigkeitsgehalt der Luft, der die Transpiration vermindert, und auf die gesteigerte Wasserzuleitung aus dem Boden zurückzuführen. Epiphytische Pflanzen nehmen ihren Bedarf daher auch nur aus demjenigen Wasser, welches als Regen und Thau ihre Wurzelhüllen (§ 142), etwaige Wundflächen und die Rinde, auf der sie wachsen, benetzt.

250. Von weiterem Einflusse auf die Grösse der Transpiration ist natürlich die Temperatur. Je höher dieselbe steigt, um so mehr wird auch die Verdunstung zunehmen, besonders, wenn gleichzeitig der Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre sich verringert.

Ferner wirken stärkere, durch Wind oder andere Kräfte verursachte Erschütterungen und Beugungen der Pflanzentheile steigernd auf die Transpiration, insofern durch sie die Intercellularräume stellenweise durch Pressung verengert werden, der eingeschlossene Wasserdampf in Folge dessen

comprimirt und durch die Spaltöffnungen rasch ausgestossen wird. Je heftiger die Erschütterung ist, um so stärker werden die Störungen in der Dampfdichtigkeit sein. Da aber der ausgestossene Wasserdampf sofort durch atmosphärische Luft ersetzt wird, welche durch die Spaltöffnungen in die Intercellularräume eindringt, so tragen derartige Erschütterungen wesentlich zur stetigen Erneuerung der inneren Atmosphäre der Pflanze bei. — Sehr leichte mechanische Erschütterungen vermindern die Transpiration ähnlich, wie die kurz dauernde Einwirkung von Inductionsströmen. Schliessung des Porus der Spaltöffnung, die in letzteren Fällen beobachtet wurde, ist vielleicht auch in den ersteren Ursache der Erscheinung.

251. Das Licht übt insofern einen Einfluss auf die Verdunstung aus, als sich im Lichte der Porus der Spaltöffnung in Folge gesteigerter Turgescenz der Schliesszellen öffnet, bei Beschattung mehr oder weniger und im Finstern ganz schliesst, weil der Turgor sich mindert. Die mechanischen Bedingungen des Oeffnens und Schliessens des Spaltöffnungsapparates sind durch die ungleiche Dicke der Zellwände gegeben; die Ursachen der Turgescenzänderungen dürften wenigstens zum Theil darin zu suchen sein, dass die in Folge ihres Chlorophyllgehaltes assimilationsfähigen Schliesszellen (§ 134) während ihrer Assimilationsthätigkeit im Lichte und der dabei stattfindenden Bildung osmotisch wirksamer Producte den Eintritt grösserer Wassermengen veranlassen. Damit, sowie mit der gleichzeitig eintretenden Temperaturerniedrigung und grösseren Luftfeuchtigkeit, ist die geringere Verdunstung einer Pflanze während der Nacht in Beziehung zu bringen. Da mit gesteigerter Transpiration auch die Zufuhr von Wasser aus dem Boden (§ 253) gesteigert, mit dem Bodenwasser aber das nöthige Quantum von Nährsalzen der Pflanze zugeführt wird (§ 201), so liegt es auf der Hand, dass die Spaltöffnungen als Regulatoren der Verdunstung zugleich auch den aufsteigenden Wasserstrom und mit ihm die Zufuhr von Nährstoffen des Bodens beherrschen helfen.

Auch die Beschaffenheit der Nährstofflösungen übt einen Einfluss auf die Transpiration aus. Verdünnte Säuren verlangsamen, verdünnte Akalien beschleunigen dieselbe, einfache Salzlösungen veranlassen die Pflanze zu stärkerer Verdunstung als destillirtes Wasser, dagegen setzen gemischte Nährstofflösungen dieselbe herab. Dabei ist zu berücksichtigen, dass zwar das Wasser aus einer Salzlösung um so schwieriger verdunstet, je concentrirter diese ist, dass aber dabei die aus dem Zellinhalte sich mit wieder verdunstendem Imbibitionswasser stets versorgenden Zellmembranen eine nicht unwesentliche Rolle spielen.

3. Die Wasserströmung im Holze.

252. Der durch die Transpiration stetig hervorgerufene Wasserverlust hat eine in der Pflanze stattfindende, nach Maassgabe der Verdunstung schwächere oder stärkere Wasserströmung zur Folge, deren Richtung wie bei anderen derartigen Strömungen nach der jeweiligen Stätte des stärksten Verbrauches geht. Während die durch die Ernährungsvorgänge hervorgerufene Wasserbewegung eine langsame und durch alle Gewebe gehende ist (§§ 243, 244), wird die durch die Verdunstung bedingte energischere Strö-

mung nur im Holzkörper der Fibrovasalstränge beobachtet. Werden bei einem Baume die übrigen Gewebe mit Ausnahme des Holzes durch Ringelung und Ausbohrung unterbrochen, so übt eine derartige Verletzung keinen Einfluss auf den Wasserverlust der transpirirenden Theile aus. Dazu kommt, dass mit zunehmendem Alter der Pflanze und der damit Hand in Hand gehenden reicheren, die Verdunstung begünstigenden Belaubung auch der Holzkörper an Masse zunimmt und so der Transpiration genügt, während bei nicht verdunstenden untergetauchten Wasserpflanzen (Elodea, Myriophyllum, Ceratophyllum) der Holzkörper sehr wenig entwickelt wird, wobei natürlich auch die mechanische Leistung desselben (§ 158) in Anschlag gebracht werden muss.

Während bei Gefässkryptogamen und Monocotyledonen der Anzahl der isolirten, nur stellenweise anastomosirenden Gefässbündel entsprechend mehr oder minder zahlreiche Strombahnen für das Transpirationswasser geschaffen werden, bewegt sich dieses im Stamme der Laub- und Nadelhölzer als ein einziger mächtiger Strom aufwärts, der sich allmählich in so viele Arme theilt, als Aeste vom Stamme abgehen, und dessen feinste Verzweigungen den letzten Gefässbündelausläufern in der Nervatur der Blätter entsprechen: das umgekehrte Bild eines reich entwickelten Flusssystemes.

253. Die Rückwirkung der verdunstenden Gewebe auf die zunächst gelegenen Wasserbahnen ist dieselbe, wie die bei der Ernährung stattfindende (§ 243). Sie erstreckt sich auch hier abwärts bis über die Wurzeln hinaus auf das im Boden vertheilte Wasser. Transpiration und Wasserströmung im Holze müssen daher auch im bestimmten Verhältnisse zu einander stehen. Wird mehr Wasser verdunstet als von der Wurzel zugeführt wird, so tritt Welken der grünen Organe ein, das so lange dauert, bis Wasserzufuhr oder Feuchtigkeitsgehalt der Luft entsprechend gesteigert werden (§ 249). Es wird daher der Wasserstrom im Holze zu verschiedenen Zeiten mit sehr ungleicher Energie auftreten, rascher bei völlig entwickelter Belaubung und stärkerer Transpiration, langsamer bei beginnender Entfaltung des Laubes und geminderter Verdunstung. Die Geschwindigkeit der Strömung hat man dadurch zu bestimmen versucht, dass man Pflanzen Salzlösungen aufnehmen liess, deren Wasser dem Salze selbst bei der Bewegung nicht voraneilt und die sich spectralanalytisch in den zu bestimmter Zeit zerschnittenen Zweigstücken nachweisen lassen. Am geeignetsten hierfür erwies sich salpetersaures Lithium, dessen Steighöhe bei Versuchen mit verschiedenen unverletzt bewurzelten Gewächsen zwischen 18,7 (bei Podocarpus macrophylla) bis 206 cm (bei Albizzia lophantha) pro Stunde schwankte. Abgeschnittene Zweige, deren Resultate natürlich nicht maassgebend sein können, zeigen noch bedeutendere Steighöhen (bis 22 m pro Stunde). Die Frage, ob bei gleichen Transpirationsbedingungen und gleichem leitenden Querschnitte verschiedene Pflanzenarten eine verschiedene, ihnen specifisch eigenthümliche Geschwindigkeit der Saftbewegung haben, lässt sich mit Sicherheit bis jetzt nicht beantworten.

254. Da die der Wasserströmung dienenden Elemente des Holzes keinen lebenden Inhalt führen (§ 152), insofern zur Zeit der stärksten Transpiration selbst die neu angelegten Holzzellen und Gefässe diesen bereits zur Aus-

bildung ihrer Wände verbraucht haben, so müssen wir annehmen, dass nicht diosmotische Vorgänge zwischen den einzelnen Zellen Ursache der Bewegung sind. Letztere muss vielmehr der Hauptsache nach eine in den Micellarinterstitien der Membran (§ 78) stattfindende Capillarbewegung sein, zu der sich allenfalls eine zweite capillare Strömung einer dünnen Wasserschicht entlang den Innenwänden der leitenden Zellen gesellen könnte, die aber von geringer Bedeutung sein wird, zumal dieses Wasser auf seinem Wege in den meisten Fällen immer wieder geschlossene Wandungen passiren müsste. Dass nicht die ganze Zellhöhlung, jedenfalls nicht zu allen Zeiten, als Capillarrohr ergiebig wirken kann, zeigt der Umstand, dass dieselbe meistens nur Luft führt. Ist ferner zur Zeit grossen Wasserüberflusses (z. B. bei beginnender Transpiration im Frühjahre nach anhaltendem Regen) Wasser in ihr vorhanden, so sind die capillaren Wassersäulen in der Regel von Luftsäulen unterbrochen, also in hohem Grade unbeweglich, wenn nicht auf den Stamm eine Temperaturerhöhung einwirkt, welche die Wassersäulen in den Holzzellen und Gefässen in Folge der Luftausdehnung in Bewegung setzt. (Bei kaltem Wetter abgeschnittene Aststücke lassen an dem einen Ende Wasser ausfliessen, wenn man das andere Ende erwärmt.) Unterstützt wird die Annahme einer Capillarbewegung weiter dadurch, dass die Leitung des Wassers im Holzkörper in gewissen Fällen auch in der Richtung von oben nach unten, also umgekehrt wie gewöhnlich, erfolgen kann. Stellt man aus Zweigen ausgeschnittene Stücke mit ihrem der Zweigspitze entsprechenden Ende in Wasser, so werden eben so gut Wurzeln an ihnen entwickelt und die Knospen zum Austreiben gebracht, wie im normalen Falle. Der bei der Ernährung und bei unverletztem Zweigende geltend gemachte Einfluss ungleich concentrirter Lösungen auf diosmotische Bewegungen fällt hier fort.

255. Trocknet das Holz abgeschnittener Zweige bis zu einem gewissen Grade an der Schnittfläche aus und werden solche Zweige dann in Wasser gestellt, so ist das ausgetrocknete Ende derselben nicht mehr im Stande, den oberen Theilen des Zweiges das durch Verdunstung verloren gehende Wasser durch Aufsaugung zu ersetzen. Auch bei erst wenig verholzten jüngeren Zweigen ist verminderte Leitungsfähigkeit für Wasser die Ursache, weshalb solche Triebe, abgeschnitten und ins Wasser gesetzt, in der Regel dennoch bald welken. Die über der Schnittfläche gelegenen Gewebe entziehen der letzteren sofort eine zu grosse Menge Wasser, als dass diese durch einfache Berührung mit Wasser ersetzt würde. Einpressen von Wasser mittelst Quecksilbermanometer, oder unter Wasser erfolgende Anlage einer neuen Schnittfläche eine Strecke oberhalb der alten, stellt die alte Leitungsfähigkeit wieder her. Die Thatsache, dass trockenes Holz das Wasser ausserordentlich langsam einsaugt (trockenes Tannenholz bei einem Versuche z. B. nur 0,13 mm pro Stunde und in seiner Längsrichtung), lässt sich befriedigend wohl dadurch erklären, dass das Wasser eine sehr grosse mechanische Arbeit zu leisten hat, indem es die dicht aneinander liegenden Micelle erst auseinander drängen, ihre Cohäsion überwinden muss, während bei wasserdurchtränkten Membranen eine Verschiebung der Wassertheilchen ohne namhafte Widerstände, also mit grösserer Geschwindigkeit möglich ist. — Auch das Kernholz (§ 186) eines Stammes büsst mit höherem Alter

seine Leitungsfähigkeit ein, so dass dann bei Wegnahme des jüngeren Holzes die Krone häufig bald vertrocknet. Versuche mit Nadelhölzern zeigen ferner, dass das Frühjahrsholz das Wasser besser (rascher) leitet als das Herbstholz.

4. Der Wurzeldruck.

256. Schneidet man den Stamm einer kräftig vegetirenden, ein gut entwickeltes Wurzelsystem besitzenden Pflanze (Sonnenrose, Georgine, Tabak, Birke, Ahorn, Weinstock) eine kurze Strecke über dem Boden durch, so fliesst aus dem Wurzelstumpfe eine je nach der Pflanze mehr oder minder reiche Menge von Wasser aus, eine Erscheinung, die man an im Frühjahre abgeschnittenen oder angebohrten oder sonst verwundeten Reben, Birken, Ahornen und dergleichen Gewächsen als Bluten oder Thränen bezeichnet. In manchen Fällen hält die Kraft, mit welcher dieser Wasseraustritt stattfindet, einem ziemlich bedeutenden Quecksilberdrucke (bei Papaver somniferum 21,2, Urtica urens bis 28,3, beim Weinstocke als höchster Druck bis 107 cm) das Gleichgewicht.

257. Der Sitz dieser als Wurzeldruck bezeichneten Kraft ist vorzüglich in der Wurzel zu suchen, da ja Stamm und Blätter bei diesen Experimenten in Wegfall kommen; doch kann auch an abgeschnittenen und in Wasser eingetauchten Zweigen aus der aus dem Wasser vorschauenden Schnittfläche Blutung beobachtet werden. Man muss annehmen, dass die das Wasser mit grosser osmotischer Kraft aus dem Boden aufsaugenden und daher stark turgescirenden lebenden, oberflächlich gelegenen Zellen der jüngeren Wurzeltheile dieses Wasser mit einer solchen Kraft einseitig in die weiter innen gelegenen Zellen hineinpressen, dass der Filtrationswiderstand in den Zellwänden durch diesen Druck bedeutend überwunden wird, dass also durch die prall gefüllten und immer noch mehr aufsaugenden Parenchymzellen der Wurzel so viel Wasser in die Gefässe und Holzzellen gepresst wird, als die ersteren aufnehmen, resp. dass bei andauerndem Wurzeldrucke ein Ueberschuss des Wassers aus der Schnittfläche des Stammes ausfliesst.

Dieser Wurzeldruck kann bei abgeschnittenen Wurzelstöcken je nach der Pflanze bis zu 10 Tagen dauern, das Volumen des ausgeflossenen Wassers das des Wurzelstockes bedeutend übertreffen. Ein Rebzweig giebt in 24 Stunden bis 950 ccm Flüssigkeit; eine Urtica urens, deren Wurzelsystem zu 1450 ccm berechnet wurde, schied in $2^1/_2$ Tagen 11260 ccm Wasser aus.

258. Ueberwiegt bei unversehrten Pflanzen von nicht zu bedeutender Höhe der Wurzeldruck die Transpiration, so ist er im Stande, an den Spitzen der Blätter (Gräser, Aroideen) und den Zähnen des Blattrandes (Fuchsien, Balsaminen, Weinstock) Wasser in Tropfenform auszupressen. Die Erscheinung ist namentlich dann mit Leichtigkeit hervorzurufen, wenn man geeignete Pflanzen bei genügendem Wassergehalte des Bodens unter Glasglocken wachsen lässt. Austrittsstellen sind gewöhnlich die Wasserspalten (§ 137), bisweilen auch gewöhnliche Spaltöffnungen, kleine Wunden, selbst unverletzte Zellen. Auch manche ein- oder wenigzellige Pflanzen (Penicillium, Mucor, von höheren Pilzen Merulius) scheiden in Folge endosmotischer Spannung ihrer Zellen Wassertropfen an deren Oberfläche aus; bei ihnen wirkt das

im feuchten Substrate verbreitete Mycelium wie die Wurzeln höher entwickelter Pflanzen. Dagegen hängen die Ausscheidungen in den Nectarien von Blüthen (Fritillaria, Acer) nur mit local wirkenden osmotischen Kräften, nicht mit dem Wurzeldrucke zusammen, da dieselben auch an abgeschnittenen Pflanzen fortdauern. Ob die Wasserausscheidung der Kannen von Nepenthes (§ 234) durch locale osmotische Saugung oder durch Wurzeldruck veranlasst wird, bleibt zu untersuchen.

259. So lange die Transpiration einer Pflanze eine sehr bedeutende ist, existirt für sie der Wurzeldruck nicht; derselbe tritt erst in Thätigkeit, wenn die Verdunstung geringer wird, wird daher vorzüglich im Frühlinge bei eintretender oder noch schwacher Belaubung, späterhin nur nach Wegnahme der Laubmassen (§ 256) beobachtet.

Dass mit Steigerung der Temperatur und des Wassergehaltes im Boden auch die Menge des aus einem Wurzelstumpfe ausfliessenden Wassers sich mehrt, kann leicht beobachtet werden. Daneben macht sich noch eine von diesen Ursachen unabhängige tägliche Periodicität des Wurzeldruckes bemerkbar die (ob mit Recht?) als Nachwirkung der periodischen Lichtwirkung betrachtet wird, welcher die unversehrte Pflanze vor dem betreffenden Versuche ausgesetzt war.

260. Das durch den Wurzeldruck emporgetriebene Wasser enthält Mineralsalze des Bodens gelöst, dagegen meistens nur Spuren organischer Verbindungen. Letztere finden sich in diesem Wasser nur dann in bedeutenderer Menge, wenn es längere Zeit im Holze verweilte und aus den noch lebenden Zellen des Stammes solche Substanzen aufnehmen konnte, wie z. B. der aus verletzten Birken und Ahornen im Frühjahre ausfliessende zuckerhaltige Saft.

4. Die Bewegung der Gase in der Pflanze.

261. Die bei der Assimilation (§ 208) und Athmung (§ 237) in den Pflanzenkörper eintretenden und die bei diesen Processen ausgeschiedenen Gase sind in beständiger Bewegung begriffen, deren Energie von der Stärke der Assimilation und Athmung abhängt. Die Art der Bewegung selbst ist eine zweifache: Diffusionsbewegung durch Zellen und Zellmembranen und Massenbewegung in den Intercellularräumen. Im ersteren Falle ist zu beachten, dass zu einer allseitig vom Wasser umspülten oder in lückenlos verbundenem saftigem Gewebe eingeschlossenen Zelle Gase nur im gelösten Zustande gelangen, und dass auch von lebenden turgescenten Zellen, welche an gaserfüllte Räume grenzen, die aufgenommenen Gase schon in der imbibirten Zellwand in Lösung übergeführt werden, andererseits ausgeschiedene Gase erst an der freien Aussenfläche Gasform annehmen. Bei den niedersten Thallophyten, die nur aus einer oder verhältnissmässig wenigen und im letzteren Falle meist lückenlos verbundenen Zellen bestehen, ist daher nur Diffusionsbewegung der Gase vorhanden. Eine einzellige Alge nimmt die ihr vom Wasser oder der Luft gebotene Kohlensäure durch die Micellarinterstitien ihrer Membran auf; die gelöste Kohlensäure tritt in den Plasma- und speciell in die Chlorophyllkörper ein, wird zum Theil auch

vom Zellsafte absorbirt. Sie unterliegt im assimilirenden Chlorophyll der Zersetzung und der für die Pflanze überschüssig erzeugte Sauerstoff verlässt auf gleichem Wege die Zelle. Die fortwährende Zerlegung der Kohlensäure, das beständig wechselnde, nach Temperatur und Luftdruck sich ändernde Absorptionsvermögen der verschiedenen Zellinhalte und der Membran für dieses Gas, die gleichzeitig stattfindende Athmung und andere chemische Processe in der Zelle lassen aber nie den Gleichgewichtszustand zwischen den Gasen in derselben und deren Umgebung eintreten. Dass in mehrzelligen Algen auch zwischen benachbarten Zellen ein Gasaustausch stattfindet, dass er in Zellenkörpern für die inneren Zellen stattfinden muss, versteht sich von selbst. Ebenso ist es natürlich, dass für die nur der Athmung unterliegenden Pilze dieselben Gesetze für Eintritt des Sauerstoffes und Austritt der Kohlensäure gelten.

262. Bei höher organisirten Gewächsen, deren Gewebe von engeren und weiteren Intercellularräumen durchzogen wird, kommt zu der in und zwischen den Zellen stattfindenden Diffusion noch eine Massenbewegung der Gase in den Intercellularräumen. Bei untergetauchten, spaltöffnungslosen Wasserpflanzen treten die von den assimilirenden und athmenden Geweben abgeschiedenen Gase nur zum Theil in das umgebende Wasser; sie gelangen zu einem grossen Theile in die Luftgänge der Pflanze, in denen sie je nach Dichtigkeit (die von der Energie der chemischen Processe abhängt), Temperatur u. s. w. unter sehr verschiedenem Drucke stehen. Bei einer lebhaft assimilirenden Elodea, in deren Luftgängen sich Sauerstoff also in bedeutender Menge ansammelt, tritt dieser bei Verletzung des Stengels als ein Blasenstrom aus (§ 212). Der in den Luftgängen sich ansammelnde Sauerstoff kann aber von den Geweben wieder aufgenommen werden; er dient neben dem von aussen stammenden Sauerstoffe der Athmung und die dabei erzeugte, zum Theil wieder in die Intercellulargänge tretende Kohlensäure wird unter dem Einflusse des Lichtes abermals zur Assimilation verwendet. Dass neben Sauerstoff und Kohlensäure auch der mit der im Wasser absorbirten Luft aufgenommene aber nicht zur Verwerthung kommende Stickstoff in den Intercellularräumen sich ansammelt, dass ferner die quantitative Zusammensetzung der eingeschlossenen Gase je nach Energie der Athmung und Assimilation Schwankungen unterliegt, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung.

263. Bei Landpflanzen sind die durch Membrandiffusion in die Gewebe aufgenommenen Mengen atmosphärischer Luft nach der jeweiligen Beschaffenheit der Epidermis oder der diese vertretenden Gewebe sehr verschieden. Je schwächer die Aussenwände der Oberhautzellen cuticularisirt sind (Wurzeln), desto leichter diffundiren Kohlensäure und Sauerstoff durch dieselben. Mit dem Grade der Cuticularisirung, namentlich der damit oft verbundenen Imprägnirung von Wachs (§ 132) wird auch die Schwierigkeit für den Durchtritt von Gasen gesteigert. Kork- und Borkeschichten schliessen mit Ausnahme der durch die Lenticellen (§ 147) eingenommenen Stellen oder der vorhandenen Risse die Binnengewebe fast luftdicht von der Atmosphäre ab, da alte Korkmembranen für Gase jedenfalls schwer durchdringbar, wenn auch nicht ganz undurchlässig sind, was die in den Kork-

zellen enthaltende Luft beweist (§ 144). In allen diesen Fällen sorgen die Spaltöffnungen für ergiebigen Gasaustausch (vgl. auch § 251). Diese sind daher um so zahlreicher vorhanden, je mehr die Membrandiffusion in den Hintergrund tritt; sie fehlen Organen, welche durch letztere allein ihren Bedarf decken können (Wurzeln). Bei mit Kork bedeckten Stämmen sind die Lenticellen die Vermittler des Gasaustausches mit den inneren Geweben (§ 147). — Für die von den assimilirenden und athmenden Geweben in die Intercellularräume ausgeschiedenen Gase gilt das von submersen Wasserpflanzen Gesagte (§ 262). Bei der Entleerung durch die Spaltöffnungen spielen Dichtigkeit des Gases in den Intercellulargängen und Erschütterungen durch den Wind dieselbe Rolle wie bei der Circulation des Wasserdampfes (§ 250).

5. Das Wachsthum.

264. Die als Wachsthum bezeichnete Erscheinung äussert sich in einer bleibenden Volumenzunahme und meist auch in Gestaltveränderung der einzelnen Organe, die zwar schliesslich auf die Einlagerung neuer Micelle (§§ 78, 79) zurückzuführen, deren hauptsächlichste Bedingung also die Ernährung ist, — bei welcher aber so viele andere complicirte, zum grossen Theile noch nicht oder nur ungenügend aufgeklärte Lebensvorgänge mitwirken, dass eine auch nur einigermaassen befriedigende Darstellung der gesammten Mechanik des Wachsthums zur Zeit unmöglich ist. Es müssen daher die Einzelvorgänge einer genaueren Betrachtung unterzogen werden, wobei zunächst darauf hingewiesen werden mag, dass Ernährung und Wachsthum nicht immer an ein und dasselbe Organ gebunden sind: völlig ausgebildete Blätter z. B. assimiliren noch lange Zeit und unterliegen fortwährend dem Stoffwechsel und umgekehrt ist es möglich, dass ein nicht assimilirendes Blatt wächst.

265. Nur wenn gewisse äussere und innere Bedingungen zusammenwirken, ist Wachsthum einer Pflanze oder eines Organes möglich. Als äussere oder physikalische Bedingungen gelten die Anwesenheit von Wasser und aufnehmbaren Nährsalzen (§ 195), von Kohlensäure (§§ 95, 208) und Sauerstoff (§ 238); ferner die Wirkung von Wärme und Licht, von Schwerkraft, Druck und Zug. Die inneren oder angeerbten (historischen) Bedingungen liegen in den gesammten von den Stammformen im Laufe der Entwickelungsgeschichte der Pflanzenwelt überkommenen Organisationsverhältnissen der betreffenden Art, welche es mit sich bringen, dass jeder Pflanzentheil nur während einer bestimmten (Entwickelungs-) Periode wächst, dass während dieser Zeit Veränderungen in dem Organismus vor sich gehen, welche ein weiteres Wachsthum unmöglich machen und welche es endlich bedingen, dass ein Glied einer Pflanze eben in dieser oder jener Weise zu dieser oder jener bestimmten Form und nicht anders sich ausbildet. Diese inneren Bedingungen des Wachsthums entziehen sich der experimentellen Forschung; man muss sie als etwas Gegebenes betrachten und sich mit der Untersuchung der dem Experimente zugänglichen physikalischen Ursachen begnügen.

1. Eigenschaften wachsender Pflanzentheile.

266. Die organischen Bestandtheile der Zelle besitzen die Fähigkeit der Imbibition: sie vermögen Wasser oder wässerige Lösungen mit solcher

Kraft zwischen ihre Micelle einzulagern, dass letztere dadurch auseinander gedrängt werden, dass sich der Umfang des betreffenden Zellentheiles (häufig unter Aenderung seiner Form) vergrössert, neue Micelle fester Substanz sich zwischen die alten einschieben können und zugleich auch ein bestimmter Druck auf benachbarte Zellen ausgeübt wird. Umgekehrt wirkt Wasserverlust gewisser Zellen häufig formändernd auf die Nachbargewebe ein. Derartige Formänderungen sind aber auch, bei sonst gleichen äusseren Einwirkungen, durch innere Ursachen bedingt und die durch sie hervorgerufenen Kräfte im Stande, oft bedeutende Widerstände zu überwinden.

267. Die für andere Körper geltenden allgemeinen Bestimmungen über Dehnbarkeit und Elasticität finden auch auf wachsende Pflanzentheile Anwendung. In rasch wachsenden Organen, z. B. Internodien eines Zweiges, ist zunächst die Dehnbarkeit gegenüber der in den Hintergrund tretenden Elasticität eine überwiegende; sie nimmt mit dem Alter ab, während gleichzeitig die Elasticität sich steigert. Ein junges, 26 mm langes Internodium von Sambucus nigra konnte, ohne zu reissen, um 18% gedehnt werden und behielt nach Aufhören der dehnenden Kraft eine bleibende Länge von 5,4% über die ursprüngliche. Ein etwas älteres, 115 mm langes Internodium derselben Pflanze liess sich nur um 0,8% dehnen und behielt diese Dehnung auch nicht bei. In den wachsenden und stark turgescirenden Sprossen findet sich das Maximum der Dehnbarkeit — und auch der Biegsamkeit und Torsionsfähigkeit — nahe unter der Endknospe und nimmt von dort aus nach der Basis, also mit zunehmendem Alter des Sprosses ab.

268. Die Biegungselasticität verhielt sich bei einem jungen, 5,8 mm dicken und 47,5 mm langen Internodium des Weinstockes so, dass dasselbe, auf den Krümmungsradius von 2 cm gebogen, nach Aufhören der Biegung auf den Krümmungsradius von 4 cm zurückging. Die bleibende Biegung ist dabei mit einer bleibenden Verkürzung der concaven, einer bleibenden Verlängerung der convexen Seite verbunden; bei einem 199 mm langen und 7,5 mm dicken Internodium von Ligularia macrophylla betrug diese Verkürzung der concaven 3,5, die Verlängerung der convexen Seite 4 mm. Wiederholt entgegengesetzte Biegungen wachsender Internodien lassen immer geringere Krümmungen zurück.

Bei manchen Pflanzen werden die wenig elastischen jungen Blüthenstiele durch das Gewicht der Blüthe abwärts gebogen (nickende Blüthen — Fritillaria imperialis), um sich später bei gesteigerter Elasticität in festeren Geweben mit den Früchten wieder aufzurichten.

269. An jungen, lebhaft wachsenden, noch geringe Elasticität besitzenden Internodien können Krümmungen auch durch kräftigen Schlag oder Stoss, oder durch Hin- und Herschütteln hervorgerufen werden. Die Erschütterung muss dabei von einem älteren, nicht mehr wachsenden Theile ausgehen, welcher derselben Widerstand entgegensetzt, ohne zu brechen. Ein kräftiger Stoss oder Schlag lässt die dem ausgebildeten Stücke des Sprosses ertheilte Bewegung wellenförmig nach oben fortschreiten. In Folge der unvollkommenen Elasticität geht die Sprossspitze nach Aufhören der Bewegung nicht unmittelbar wieder in die vertikale Lage zurück: sie bleibt gekrümmt, die Krümmungsebene liegt in der Ebene der Schwingungen, die

Concavität der Krümmung nach der Seite, von welcher der Stoss erfolgte. Beim Schütteln fällt die Concavität der Krümmung auf die Seite, nach welcher hin die stärksten Schwingungen erfolgen. — Auch in diesen Fällen wird die concave Seite verkürzt, die convexe verlängert. Beim späteren Wachsthum wird die (im Freien durch Windstösse hervorgerufene) Krümmung der Sprossspitze wieder ausgeglichen.

2. Die Gewebespannung.

270. Innerhalb der wachsenden Pflanze wird die Elasticität der verschiedenen Gewebe hauptsächlich durch Turgor und Imbibition, sowie durch Volumen und Gestaltsveränderung durch Wachsthum in Spannung versetzt.

Der Turgor wird durch den hydrostatischen Druck des Zellinhaltes auf die Zellwand hervorgerufen: das von der Zelle aufgenommene Wasser vergrössert den Saftraum, der seinerseits die Membran so lange dehnt und straff spannt, bis die Elasticität derselben der endosmotischen Saugung das Gleichgewicht hält. Verschiedene Stellen der Zellwand können dabei, trotz Gleichheit des hydrostatischen Druckes an allen Punkten, verschieden gedehnt, die Zellenform kann also geändert, das Wachsthum der Zelle durch Druck und Dehnung beeinflusst werden, wenn die Organisation der Zellwand dies gestattet. Dieses ist z. B. bei der Entstehung der Thyllen der Fall (S. 81). Mit dem Wachsen des Turgors wächst gleichzeitig der Widerstand äusseren Kräften gegenüber.

Obgleich bei sehr bedeutendem Turgor ein Theil des Zellsaftes auch durch die Micellarinterstitien der Membran gepresst wird (§ 257), können derartige Zellen gegenüber solchen, deren Wände von Porencanälen durchbohrt sind, doch als geschlossen betrachtet werden. Bei Anwesenheit von Porencanälen in der Membran ist von einem Turgor überhaupt nicht mehr die Rede.

271. Der Turgor ganzer Gewebe gleichartiger Zellen zeigt an diesen die der einzelnen Zelle entsprechenden Erscheinungen. Schneidet man aus einem wachsenden Internodium von Sambucus den Markcylinder heraus, so ist derselbe bis zu einem gewissen Grade biegsam; in Wasser gelegt, wird er in Folge der starken Anfüllung aller seiner Zellen mit Wasser nach kurzer Zeit steif und zugleich etwas umfangreicher. Würde nur die eine Längsseite Wasser aufnehmen, so würde in Folge der Turgescenz dieser Seite allein eine Krümmung des Markes eintreten, deren Concavität der kein Wasser aufnehmenden Seite entspräche. Letzterem Falle ähnlich verhalten sich mit einander verbundene Gewebe ungleichartiger Zellen, wenn sie in Folge ungleicher Wasseraufnahme verschiedene Turgescenz zeigen. Der Länge nach gespaltene jugendliche Stengel (z. B. von Taraxacum) krümmen sich im Wasser sehr stark bis oft spiralig, weil die concav werdende Aussenfläche weniger turgescirt als die Gewebe der Innenfläche (namentlich des Markes).

272. Bei dickwandigen Zellen und solchen, deren Membran mit Porencanälen versehen ist, bewirkt die Imbibition Spannungen um so kräftiger, je quellungsfähiger die Zellhäute sind. Umgekehrt hat auch Wasserverlust Spannungen zur Folge, die namentlich beim Aufspringen von Kapselfrüchten,

Sporangien und Antheren thätig sind, wenn mit der Reife gewisse Gewebe durch Austrocknung sich krümmen oder zusammenziehen und dadurch zwischen ihnen gelegene zartere Gewebe zerreissen. Imbibition ist auch die Ursache der Bewegung der Grannen von Erodium (Benutzung als Hygrometer), der Einrollung und Streckung der Aeste der Jerichorose (Anastatica hierochuntica), der Ausdehnung und Zusammenziehung des Holzes u. s. w.

Bei Schichten- oder Schalenbildung der Zellhaut sind die einzelnen Lamellen meist ungleich imbibitionsfähig und daher gegenseitig gespannt. Sind die Innenschichten stärker, die Aussenschichten weniger quellbar, so krümmen sich erstere convex, letztere concav, wenn Zellhautstücke in Wasser gelegt werden. Nachfolgende Wasserentziehung gleicht diese Krümmung wieder aus oder führt sie auch in die entgegengesetzte über, wenn jetzt die inneren Lamellen mehr Wasser verlieren als die äusseren. — In unverletzten Zellen können Turgor und Schichtenspannung durch Imbibition gemeinsam wirken.

273. Turgor und Imbibition bereiten das Wachsthum z. B. der Zellhaut in der Weise vor, dass durch sie die Micelle der Membran auseinander geschoben werden und damit die Einlagerung neuer Cellulosemicelle ermöglicht ist (§ 78). Durch diese Einlagerung und die damit verbundene Flächenvergrösserung wird aber der frühere Spannungszustand der Zellwand vermindert. Sofort steigern sich aber auch Turgor und Imbibition, die Micelle der Membran werden abermals auseinander gerückt, Einlagerung neuer Micelle wird zum zweiten Male ermöglicht, zum zweiten Male die Spannung theilweise ausgeglichen. Man könnte also das Wachsthum der Zellhaut als eine durch Einlagerung fester Substanz unterstützte fortwährende Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze derselben bezeichnen. Dass derartige Vorgänge von der Natur der betreffenden Gewebe sowohl als der Nachbargewebe, von Druck und Zugwirkungen auf die Membran u. s. w. abhängig sind und durch das Zusammentreffen verschiedener Umstände mannigfach modificirt werden können, versteht sich wohl von selbst; doch lässt sich zur Zeit noch kein genügender Einblick in derartige Verhältnisse thun.

274. Untersucht man an der Hand der kurz gegebenen Erläuterungen die Gewebespannung wachsender Pflanzentheile, z. B. Stengel, so lässt sich zwischen Längs- und Querspannung unterscheiden. Die Längsspannung (Spannung parallel der Längsachse des Stengels) zeigt sich sehr ausgeprägt, wenn man aus einem vorher gemessenen wachsenden, noch nicht verholzten Internodium eine das Mark umfassende Mittellamelle der Länge nach herausschneidet und dieselbe durch Längsschnitte in ihre Gewebeschichten zerlegt. Die isolirten Gewebe ergeben dann durch Messung, dass die Epidermis die geringste, das Mark die grösste Länge besitzt, dass sich das Verhältniss derselben durch die Formel: $E < R < H < M > H > R > E$ — ausdrücken lässt, in welcher E die Epidermis, R primäre und secundäre Rinde (Bast), H Holz und M Mark bedeutet. Gleichzeitig zeigt sich aber auch, dass die Länge des isolirten Markes die des unverletzten Internodiums übertrifft, die isolirten Schichten des jungen Holzes, der Rinde und Epidermis dagegen kürzer als das unversehrte Internodium sind.

275. Als Beispiel mögen verschieden alte Internodien von Sambucus nigra in folgender Tabelle dienen, in welcher die Länge des unversehrten Internodiums = 100 angenommen ist, die Verkürzungen als negative, die Verlängerungen als positive Procentzahlen gesetzt sind.

Nummer des Internodiums vom jüngsten bis zum ältesten	Längenänderung der isolirten Gewebe in Procenten des ganzen Internodiums		
	Rinde	Holz	Mark
I	— 2,6	— 2,6	+ 4,0
II	— 2,0	— 2,8	+ 5,5
III	— 1,5	— 0,0	+ 1,5 (Sachs)

Aehnliche Verhältnisse zeigen Blattstiele.

Aus diesen Beobachtungen ergiebt sich, dass die verschiedenen Gewebe gegen einander bedeutend gespannt sind. Das Mark, welches sich über die Länge des Internodiums auszudehnen strebt, aber durch die anderen Gewebe daran gehindert (zusammengepresst) wird, ist positiv oder activ gespannt; Holz und Rinde (mit Epidermis) werden vom Marke negativ oder passiv gespannt, d. h. über ihre eigentliche Länge hinaus gedehnt.

276. Spaltet man die aus einem Internodium herausgeschnittene Lamelle so, dass der Schnitt senkrecht zu den ersten Schnittflächen das Mark halbirt, so zeigen sich die Spannungen der einzelnen Gewebe unmittelbar durch Krümmung des Stengelstückes. Das halb befreite Mark sucht sich seiner activen Spannung entsprechend zu strecken, Holz und Rinde verkürzen sich ihrer passiven Spannung gemäss: die sich verlängernde Markseite wird convex, die sich verkürzende Rindenseite concav. An einem 69,5 mm langen, 6 mm dicken Internodium von Sylphium perfoliatum betrug nach Halbirung der ausgeschnittenen Lamelle der Krümmungsradius 4 cm, die Verlängerung der convexen Markseite 9,3% die Verkürzung der concaven Rindenseite 2,8% der Internodiumlänge.

Positive und negative Spannung herrschen aber auch in den Innen- und Aussenschichten desselben Gewebes. Isolirt man von der betreffenden Stengellamelle durch einen Längsschnitt die Rinde, so krümmt sich diese concav nach aussen, weil die Aussenseite sich verkürzt, die gegen die Aussenseite positiv gespannte Innenseite sich verlängert. Genau so verhält sich das Holz.

277. Aus der Tabelle des § 275 ist ersichtlich, dass die Intensität der Längsspannung eines Internodiums durch das Alter desselben bestimmt wird, dass sie mit dem Alter desselben abnimmt, dass das Mark eine zuerst zu-, dann abnehmende Verlängerungsfähigkeit zeigt, die Dehnbarkeit der Rinde und Epidermis länger dauert als die des Holzes. Ausgewachsene Internodien zeigen keine Längsspannung mehr; im Vegetationskegel ist die Längspannung noch nicht vorhanden, in den etwas älteren Theilen der Knospe dieselbe noch sehr wenig ausgeprägt.

278. Ursache der bedeutenden Längsspannung ist ohne Zweifel das von Anfang an rascher in die Länge wachsende Mark. Dasselbe dehnt die langsamer wachsenden Schichten des Holzes, der Rinde und Epidermis so lange passiv, als die Beschaffenheit der Zellwände der letzteren dies gestattet, d. h. so lange diese Wände noch nicht bedeutend verdickt und ver-

holzt sind. Die Dehnung ist um so beträchtlicher, je stärker die Membranen der Markzellen in Richtung der Fläche wachsen, namentlich in der Länge zunehmen. Gesteigert wird sie durch die Fähigkeit des Markes, mit grosser Kraft und Geschwindigkeit Wasser aus älteren Stengeltheilen aufzunehmen, dadurch also den Turgor seiner Zellen zu erhöhen und für sich selbst den Zustand herbeizuführen, der für das Flächenwachsthum seiner Membranen (Grössenzunahme seiner Zellen) der günstigste ist (§ 273), während es in Folge zunehmender Turgescenz die umgebenden Gewebe noch weiter zu dehnen vermag. Diese letzteren schützen endlich das Mark vor Verdunstung, während sie selber als oberflächlich gelegene Gewebe leichter und stärker transpiriren und dadurch weniger turgescent, also stärker dehnbar werden. Erst mit zunehmendem Alter der peripherischen Gewebe, also mit dem stärkeren Wachsthum derselben, der Verdickung und Verholzung ihrer Membranen, besonders mit der vollkommeneren Ausbildung des Holzkörpers, wird die Dehnung von Holz und Rinde durch das activ gespannte Mark immer schwächer. Dem Wachsthume des Markes werden grössere Hindernisse entgegengesetzt, die sein stärkeres Längenwachsthum einschränken, bis dieses mit völliger Entwickelung des Holzes und Bastes ganz aufhört, die Zellen des Markes ihren Turgor verlieren, Wasser an die Nachbargewebe abgeben und sich häufig mit Luft füllen.

279. Neben der Längsspannung ist im wachsenden Stamme auch eine Querspannung senkrecht zur Axe desselben vorhanden, die zum Theil durch die Längsspannung hervorgerufen wird, da die gedehnten Gewebe des Holzes und der Rinde nothwendiger Weise einen Druck auch in der Querrichtung auf das stärker wachsende Mark und umgekehrt dieses auf Rinde und Holz ausüben müssen. Zerreissen des Markes in Richtung der Längsaxe ist oft die Folge eines durch Querspannung erfolgenden Zuges, veranlasst durch in tangentialer Richtung stärker stattfindendes Wachsthum der peripherischen Gewebe.

280. Eine Hauptursache bedeutender Querspannung in älteren Stammtheilen ist aber das Dickenwachsthum des Stammes, vorzüglich des Holzes. Schlitzt man durch einen einseitig bis in das Mark gehenden Längsschnitt die Gewebe einer Zweigquerscheibe auf und löst sie dann vorsichtig schichtenweise ab, so ergiebt sich, dass beim Wiederumlegen der abgetrennten Rinde um das Holz dieses von ersterer nicht mehr ganz bedeckt wird, das zwischen den Schnitträndern der Rinde ein klaffender Spalt bleibt: der Rindenumfang ist kleiner als der des Holzes. Aehnliches zeigen die anderen Gewebeschichten: es ist $E < R < B$ (Bast) $< H$ (Bedeutung der Buchstaben siehe § 274). Es ist also jede innere Schicht gegen die nächst äussere positiv, jede äussere gegen die nächst innere Schicht negativ gespannt; die innere Schicht wird von der äusseren in radiärer Richtung gedrückt, die äussere von der inneren Schicht in tangentialer Richtung gedehnt. Die mikroskopische Vergleichung dünner Querschnitte aus jungen und alten Internodien eines Zweiges zeigt die tangentiale Dehnung und gleichzeitig erfolgende Zusammenpressung der Rindengewebe durch die wachsenden inneren Gewebe sehr gut (vgl. Fig. 30 mit 31), ebenso eine Vergleichung der Holzzellen eines Jahresringes den im Laufe des Sommers

steigenden Radialdruck der peripherischen Gewebe auf die Holzzellen (§§ 185, 186 — Fig. 25 auf S. 61).

281. Die durch das Dickenwachsthum hervorgerufene Querspannung wird durch die Imbibition (namentlich der Holzzellenwände) mit Wasser unterstützt. Durch diese werden die Dimensionen des quellenden Holzes erweitert, wobei die zartwandigen Cambiumzellen nur durch ihre bedeutende Turgescenz vor dem Zerdrücktwerden durch die angrenzenden Gewebemassen geschützt sind. Hat die positive Querspannung des Holzes einen gewissen Grad erreicht, so wird endlich der oft bedeutende Druck der in Spannung befindlichen Schichten der Rinde, des Korkes oder der Borke überwunden und diese Gewebe reissen mit Längsspalten auseinander (§ 146), die namentlich bei langsam zu Grunde gehender Borke jährlich durch den Zuwachs neuen Holzes und Bastes erweitert und vertieft werden. Diese Erweiterung findet besonders im Winter statt, zu welcher Zeit das Holz am wasserreichsten, seine Quellung also am bedeutendsten ist, Rinde und Borke dagegen am trockensten und stärksten zusammengezogen sind. Im Frühjahre dagegen beginnen Borke oder Rinde zu quellen, die Spannung zwischen ihnen und dem Holze wird vermindert und das Cambium kann seine Thätigkeit entwickeln. Die Querspannung wird dann im Laufe des Sommers abermals gesteigert, um im Herbste und Winter wieder ihr Maximum zu erreichen (vgl. auch § 186).

282. Längs- und Querspannung sind, abgesehen von der jährlichen Periodicität der letzteren, einer täglichen Schwankung derart unterworfen, dass die Spannung vom Morgen bis zum Mittag oder zu den ersten Nachmittagsstunden abnimmt, um von da an bis zum Abend und während der Nacht zu steigen. Das Maximum der Spannung fällt in die frühen Morgenstunden. Ursache dieser Periodicität ist die Abnahme des Wassergehaltes der Gewebe in Folge der während des Tages sich steigernden Transpiration und der darauf folgenden Vermehrung des Wassergehaltes durch verminderte Verdunstung in den Abendstunden und der Nacht. Die Rinde unserer Bäume ist in der That während der Nacht wasserreicher als am Tage, und mit dieser Wasserzunahme ist eine radiale Schwellung verbunden, so dass ein Baumstamm in der Nacht einen nachweisbar grösseren Durchmesser als am Tage hat, an dem sich jedoch das Holz nicht betheiligt. Der Gang der radialen Schwellung der Baumrinde entspricht dabei genau dem Gange der Spannungsänderung derselben. Das die nächtliche Schwellung der Rinde bedingende Wasser stammt aus dem Holze und die bewegende Kraft für die Wanderung des Wassers aus dem Holze in die Rinde ist wahrscheinlich die Wärme. — Die Querspannung ist ferner nicht in allen Höhen des Stammes (oder Astes) dieselbe: sie nimmt von der Spitze aus nach abwärts zu, erreicht in der Mitte ihr Maximum und sinkt von da ab im unteren Stammtheile wieder, ohne jedoch hier ganz aufzuhören.

3. Die Periodicität des Längenwachsthums.

283. Jeder wachsende Stengel und ebenso jede Wurzel zeigt drei durch besondere Wachsthumseigenthümlichkeiten ausgezeichnete Regionen: den Vegetationskegel, in welchem vorwiegend Zellbildung, dagegen eine relativ geringe Volumenzunahme der neu entstandenen Zellen stattfindet; — eine

Region unterhalb desselben, in welcher wenige oder keine Zellen mehr durch Theilung entstehen, dagegen die vorhandenen Zellen bedeutend, namentlich in die Länge wachsen (Region der Streckung); — endlich die älteren, ausgewachsenen Theile des betreffenden Organes. Besitzen die einzelnen Internodien eines Stengels die Eigenthümlichkeit länger andauernden intercalaren Wachsthums an ihrem oberen Ende (Phaseolus) oder an ihrer Basis (Gramineen), so sind auch an ihnen die erwähnten Regionen zu unterscheiden; ein solches Internodium verhält sich wie das fortwachsende Ende eines Sprosses (§ 18).

284. Die drei bezeichneten Regionen verhalten sich so zu einander, dass jede Zone der stärksten Zelltheilung allmählich in das Stadium der Zellenstreckung und des dadurch hervorgerufenen stärksten Längenwachsthums des Organes eintritt und aus diesem eben so allmählich in das Stadium der Dauergewebe oder des vollendeten Längenwachsthums übergeht. Die Schnelligkeit, mit welcher dies geschieht, ist für die einzelnen Pflanzenarten verschieden, ausserdem von äusseren Einflüssen abhängig. Sind die letzteren constant oder nahezu constant, so zeigt sich aber, dass das Längenwachsthum jedes Gliedes oder einer Zone desselben langsam beginnt, dann rascher wird, ein Maximum erreicht und sich wieder verlangsamt, um endlich still zu stehen. Diese Periodicität des Wachsthums wird, um sie von periodischen Schwankungen innerhalb kürzerer Zeiten (z. B. eines Tages) zu unterscheiden, als die grosse Periode bezeichnet. Dieselbe tritt selbst dann noch hervor, wenn andere Bedingungen, z. B. der Gang der Temperatur, ihr entgegen wirken. So ergab ein ganzes Internodium des Hopfens als Längenzuwachs:

	Verlängerung in 24 Stunden um	Mitteltemperatur des Tages
1. Tag	19,0 mm	14,9° C
2. -	25,0 -	14,5
3. -	26,0 -	14,3
4. -	17,2 -	13,9
5. -	4,8 -	14,1 (Sachs).

285. Theilt man ein solches Internodium durch Tuschestriche in gleichhohe Querzonen, oder markirt man solche Zonen an einer wachsenden Wurzel von der Spitze ab rückwärts, so ergiebt die Beobachtung des Wachsthums, dass jede der markirten Regionen zu einer bestimmten Zeit einer der im § 283 bezeichneten Wachsthumszonen entspricht: dass die dem Vegetationspunkte zunächst gelegene Zone erst zu wachsen anfängt, wenn eine folgende bereits im raschen Wachsthume begriffen ist, eine dritte oder vierte das Maximum desselben erreicht hat, noch weiter rückwärts gelegene Zonen geringe und schliesslich die vom Vegetationspunkte entferntesten keine Zunahme mehr zeigen, wie die auf S. 145 mitgetheilte Tabelle beweist.

286. Ein Vergleich zahlreicher derartiger Untersuchungen zeigt, dass beim Stamme die Zone des stärksten Wachsthums vom Vegetationspunkte weiter entfernt liegt als bei der Wurzel, wo sie sich in sehr geringer Entfernung von der Spitze befindet, etwa da beginnt, wo die Wurzelhaube aufhört.

In gleicher Weise wie Internodien und Wurzeln verhalten sich auch Blätter (leicht beobachtbar die schmalen Blätter der Monocotylen) bezüglich des Wachsthums. Ebenso gilt die grosse Periode des Wachsthums auch

für die Zellmembranen ein- oder wenigzelliger Algen und Pilze (Mucor, Vaucheria), von Haaren (Wurzelhaaren) etc.

4. Die Wirkung der Wärme auf das Wachsthum.

287. Die mannigfaltigen Combinationen der Wärme und Beleuchtungsverhältnisse und die damit verbundenen Erscheinungen der Assimilation (§§ 213, 214) und Transpiration (§§ 250, 251) im Verlaufe von Tag und Nacht lassen bezüglich des Längenwachsthums keine bestimmte Regel aufstellen, da im Freien dasselbe unter Umständen am Tage energischer sein kann als des Nachts und umgekehrt. Gewöhnlich werden jedoch die anderen Wachsthumsbedingungen von der Wirkung des Temperaturwechsels in den Hintergrund gestellt, so dass am Tage stärkeres Wachsthum vorherrscht, dessen grösste Energie in die Nachmittagsstunden fällt. So zeigten:

	Tags (12 St.)	Nachts (12 St.)	Vormittags	Nachmittags
Bryonia	59,0 Procent	41,0 Proc.	86 Proc.	100 Proc.
Vitis	55,1 -	44,9 -	67 -	100 -
Cucurbita	57,2 -	42,8 -	81 -	100 -

des gesammten Wachsthums.

288. Im Zimmer kann man bei wohlüberwachtem Experimente jedoch die Bedingungen regelmässiger geben. Man kann einen bestimmten Einfluss variiren lassen, während man alle anderen Bedingungen möglichst constant erhält. In diesem Falle beobachtet man unter Abschluss des Lichtes bei constanter Feuchtigkeit und möglichst constanter Temperatur gleichmässiges Wachsthum während Tag und Nacht, während bei stärkeren Temperaturschwankungen mit der Zunahme der Wärme die Wachsthumsgeschwindigkeit steigt, mit Abnahme der Wärme fällt.

289. Das Wachsthum einer Pflanze oder eines Pflanzentheiles erfolgt nicht unbegrenzt der Temperatursteigerung proportional: es findet unterhalb eines bestimmten, nach Art der Pflanze jedoch verschieden hohen Wärmegrades nicht statt, steigert seine Intensität bis zu einem bestimmten Grade,

Tabelle zum § 285 auf S. 144.

Phaseolus multiflorus; erstes Internodium in 12 Querzonen von je 3,5 mm Höhe getheilt.		Keimwurzel von Vicia Faba, von der Vegetationsspitze aus rückwärts in Querzonen von je 1 mm Höhe getheilt	
Nr. der Querzone	Zuwachs in 24 Stunden	Nr. der Querzone	Zuwachs in 24 Stunden
oben I	2,0 mm	oben X	0,1 mm
II	2,5	IX	0,2
III	4,5	VIII	0,3
IV	6,5 Maxim.	VII	0,5
V	5,5	VI	1,3
VI	3,0	V	1,6
VII	1,8	IV	3,5
VIII	1,0	III	8,2 Maxim.
IX	1,0	II	5,8
X	0,5	Wurzelspitze I	1,5
XI	0,5		
unten XII	0,5		(Sachs)

bei dem stärkstes Längenwachsthum herrscht, und wird von da ab bei weiterer Steigerung der Temperatur wieder verlangsamt, um bei einem gewissen höchsten Wärmegrade ganz aufzuhören. Wir können also ein Minimum, Optimum und Maximum unterscheiden. Für eine Keimwurzel des Mais ergab sich während der Zeit von 96 Stunden bei constanten Temperaturen:

bei 17,1 ° C :	Wurzellänge	2,5 mm		bei 34,0 ° C :	Wurzellänge	55,0 mm	Optimum
- 26,2	-	24,5	-	- 38,2	-	25,2	-
- 33,2	-	39,0	-	- 42,5	-	5,9	- (Sachs)

290. In gleicher Weise wird auch die Keimung, d. h. das Wachsthum des Keimlings auf Kosten der im Samen vorhandenen Reservestoffe von der Wärme beeinflusst. Es ist für:

Triticum vulgare	Minimum:	5,0 ° C,	Optimum:	28,7 ° C,	Maximum:	42,5° C
Hordeum vulgare	-	5,0	-	28,7	-	37,7
Zea Mais	-	9,5	-	33,7	-	46,2
Phaseolus multiflorus	-	9,5	-	33,7	-	46,2
Cucurbita Pepo	-	13,7	-	33,7	-	46,2

5. Wirkung des Lichtes auf das Wachsthum.

291. Das mit lebhafter Zelltheilung verbundene Wachsthum jugendlicher Organe kann sowohl im Lichte als in völliger Dunkelheit stattfinden, vorausgesetzt, dass in letzterem Falle den wachsenden Theilen Baustoffe in genügender Menge zugeführt werden. Die normale Streckung (§ 283) geht bei oberirdischen Stengeln und Blättern jedoch nur unter dem Einflusse des Lichtes vor sich. Lässt man Pflanzen mit reichen Reservestoffbehältern (Knollen) im Dunkeln austreiben, oder leitet man das obere Ende einer wachsenden Pflanze oder eines Zweiges in einen finsteren Raum, während ein für die Ernährung hinreichender Theil im Lichte bleibt, so werden die unter Ausschluss des Lichtes entwickelten Internodien und Blätter (abgesehen vom Fehlen des Chlorophylls) anders ausgebildet als die beleuchteten: die Internodien erreichen gewöhnlich eine übermässige Länge, während die Blätter meist weit hinter der normalen Grösse zurückbleiben.

292. Die Ursachen dieser als Etiolement bezeichneten Abnormität sind für die Blätter durchaus nicht genügend ermittelt. Da in den im Dunkeln klein bleibenden Blättern ein hoher Turgor bestehen kann, so ist die Ursache des mangelhaften Wachsens nicht in zu geringer Dehnung der Zellwände (§ 273), sondern in anderen das Zellhautwachsthum beeinflussenden Factoren zu suchen, am wahrscheinlichsten in dem Mangel gewisser Nährstoffe (durch Beleuchtung angeregter Stoffmetamorphosen), zu deren Schaffung oder Transport das Licht nothwendig ist.

Bei den Internodien des Stengels ist die abnorme Verlängerung hauptsächlich wohl dadurch bedingt, dass Rinde, Bast und Holz gewissermaassen auf einer jüngeren Entwickelungsstufe verharren, insofern in ihnen die Verdickung, Verholzung und Cuticularisirung der Zellmembranen unterbleibt oder in geringerem Grade stattfindet. Da hierdurch das Mark im Wachsthume begünstigt wird, weil seine Zellen sich bedeutender verlängern können, seiner verstärkten activen Spannung von den in Folge ihrer abweichenden Ausbildung sehr dehnsamen Holz- und Rindengeweben ein geringerer Widerstand entgegengestellt wird, so tritt eine Ueberverlängerung der Elemente des Holzes und der Rinde durch das dieselben dehnende Mark ein (§ 278).

In manchen Fällen wird in etiolirenden Stengeln auch eine Verminderung der Fibrovasalstränge oder ihrer Elementarorgane beobachtet.

293. Eine dem Etiolement der Internodien entsprechende Verlängerung findet unter gleichen Umständen auch bei den langen, schmalen Blättern vieler Monocotyledonen und bei Wurzeln statt. Letztere erreichen im Dunkeln einen stärkeren Zuwachs als bei abwechselnder Beleuchtung. Ferner wird Etiolement sogar bei im Dunkeln wachsenden Hutpilzen beobachtet. Ausgenommen sind dagegen die Blüthen, welche (Ernährung durch Reservestoffbehälter oder im Lichte befindliche Triebe vorausgesetzt) in dauernder Finsterniss sich mit Form und Farbe wie im Lichte entwickeln und unter diesen Verhältnissen auch Früchte und keimfähige Samen erzeugen können.

Dem Etiolement ähnliche Erscheinungen werden schon durch sehr geringe Intensität des Lichtes hervorgerufen, wie die im tiefen Schatten gewachsenen Individuen einer Pflanze, verglichen mit den in voller Beleuchtung entwickelten, beweisen. Endlich zeigen auch nicht alle Pflanzen das Etiolement in gleichem Grade; schwächer etioliren z. B. die Internodien von Schlingpflanzen, die Blätter von Runkelrüben etc.

294. Derartige Beobachtungen und directe Experimente zeigen, dass verminderte Intensität des Lichtes fördernd auf das Längenwachsthum der Axe einwirkt, derart, dass in intensivem Gas- und Sonnenlichte wahrscheinlich allgemein ein Stillstand des Wachsthums eintritt, von da ab bis zu einer gewissen Helligkeit das Wachsthum in steigendem Grade gefördert wird, dass aber mit stark verminderter Lichtintensität und in der Dunkelheit eine krankhafte Ueberverlängerung eintritt. Dem entsprechend ergiebt sich auch eine Periodicität des Wachsthums in Folge des Wechsels von Tag und Nacht. Bei constanter Feuchtigkeit und möglichst geringen Schwankungen der Temperatur zeigt das Wachsthum vor Sonnenaufgang ein Maximum, verringert sich im Laufe des Tages und erreicht kurz vor Sonnenuntergang ein Minimum, nach dem es im Verlaufe der Nacht wieder zum Maximum sich hebt. Eine dabei stattfindende geringere Steigerung der Wachsthumscurve am Nachmittage ist die Folge der dann herrschenden höheren Temperatur, welche den Lichteinfluss überwiegt. (Vergl. §§ 287, 288.)

295. Werden wachsende, d. h. noch im Stadium des Streckung befindliche Stengel (oder Blattstiele) einer Pflanze einseitig stärker beleuchtet, so zeigen sie positiven Heliotropismus: die der stärksten Lichtquelle zugewendete Seite erfährt, wie Versuche ergeben, eine Verlangsamung im Längenwachsthum gegenüber der vom Lichte abgekehrten, welche eine geringere Wachsthumsbeschleunigung zeigt; die erstere Seite krümmt sich daher concav gegen das einfallende kräftigere Licht, um so stärker, je intensiver die Beleuchtung ist, während letztere convex wird. Die Zellen der convexen Seite sind daher auch länger als die der concaven. Denkt man sich den Stengeltheil *a* der Figur 56 auf S. 150 aufrecht, das stärkste Licht in der Linie *ou* einfallend, so würde das betreffende Internodium des Stengels *a* nach einer gewissen Zeit die Richtung des Stengeltheiles *a'* zeigen. Während die in der sich krümmenden Zone *oouu* angenommenen vier Zellen bei allseitig gleich starker Beleuchtung gleiche Grösse hatten, ist in der positiv heliotropischen Krümmungsregion *o'o u'u* die Grösse derselben (von der con-

vexen Seite ausgehend): $4 > 3 > 2 > 1$. — Was hier für vier Zellen angenommen wird, gilt auch für die entsprechenden Zellenreihen eines gekrümmten Internodiums.

Untersuchungen bezüglich des Wassergehaltes ergaben, dass in heliotropisch gekrümmten Organen die convexe Hälfte wasserreicher als die concave ist und diese ungleiche Vertheilung des Wassers sich schon vor Eintritt der Krümmung constatiren lässt. Dass die Erscheinung des Heliotropismus (wie auch des Geotropismus) ihre Ursache nicht in einseitigem Etiolement hat, wie früher angenommen wurde, sondern in Turgorkräften, insofern die Turgescenz vielzelliger Organe auf der convex werdenden Seite zunimmt, darf wohl als sicher angenommen werden. Wie dieselben aber durch die Einwirkung des Lichtes zu Stande kommen, ist gänzlich unbekannt: man kann nur sagen, dass die Lichtstrahlen in Zellen, deren Längsaxe ihnen nicht parallel ist, das Längenwachsthum in zweierlei entgegengesetzter Weise modificiren. Bei schlauchförmigen einzelligen, heliotropische Krümmungen zeigenden Pflanzen (Mucor Mucedo, Pilobolus crystallinus, Phycomyces nitens) kann natürlich der hydrostatische Druck keine Krümmung erzeugen, so lange die Zellwand allseitig gleich dehnbar und wachsthumsfähig ist, sondern erst dann, wenn die Wachsthumsfähigkeit der Membran auf beiden Seiten oder wenigstens einer derselben modificirt worden ist. Ausgewachsene Organe zeigen überhaupt keinen Heliotropismus mehr. Vgl. §§ 273 und 303.

296. Wird ein heliotropisch gekrümmter aber noch wachsthumsfähiger Stengel so gegen das Licht gedreht, dass später die convexe Seite vom stärksten Lichte getroffen wird, so richtet sich derselbe bald senkrecht auf und geht dann bei dauernder Stellung in die entgegengesetzte Krümmung über. Ursache des Aufrichtens ist indessen nicht allein die entgegengesetzte Lichtwirkung, sondern auch der zur Mitwirkung kommende Geotropismus (§ 300).

Auch chlorophyllfreie Pflanzen (die Fruchtkörper von Claviceps purpurea, Peziza Fuckeliana, Sordaria fimiseda, die im vorigen § erwähnten Mucor, Pilobolus und Phycomyces zeigen positiven Heliotropismus.

Die Krümmungsgeschwindigkeit heliotropischer Organe ist anfänglich gering und nimmt allmählich bis zu einem Optimum zu, um sich dann wieder zu verlangsamen.

297. Gewisse Pflanzen zeigen an einzelnen ihrer Organe negativen Heliotropismus, d. h. diese werden (entgegengesetzt den positiv heliotropischen) auf der Lichtseite convex, krümmen sich also der Seite des schwächsten Lichtes entgegen. Hierher gehören die Ranken mancher Pflanzen (Ampelopsis, Vitis), die älteren Internodien von Hedera Helix (die jüngeren sind positiv heliotropisch), das hypocotyle Glied von Viscum, die Luftwurzeln der Orchideen und Aroideen, die Keimwurzeln von Brassica Napus und Sinapis alba, die Rhizoiden (Wurzelhaare) von Marchantia und Farnvorkeimen etc. Die Wachsthumsursachen, welche den negativen Heliotropismus hervorrufen, sind ebenso wenig wie diejenigen des positiven Heliotropismus genügend aufgeklärt.

298. Ein Vergleich der Wirksamkeit verschieden brechbarer Strahlen des Spectrums hat ergeben, dass nur die Strahlen hoher Brechbarkeit das Wachsthum verlangsamen. Eine Lösung von doppelt chrom-

saurem Kali lässt die schwächer brechbaren Strahlen von Roth bis zur Mitte des Grün, eine Lösung von Kupferoxydammoniak die stärker brechbaren des Blau und Violett durchgehen; hinter der ersteren Lösung verhält sich die Pflanze trotz der Entwickelung des Chlorophylls wie eine etiolirende, hinter der zweiten erfolgt starke heliotropische Krümmung und geringeres Längenwachsthum der Internodien. Doch kommt nach neueren Untersuchungen allen Strahlen heliotropische Kraft in der Weise zu, dass das Maximum an der Grenze zwischen Violett und Ultraviolett liegt, von hier die heliotropische Kraft bis zum Gelb sinkt, im Gelb gleich Null ist und nun wieder steigt, bis sie im Ultraroth nochmals ein „kleines Maximum" erreicht.

6. Die Wirkung der Schwerkraft auf das Wachsthum.

299. Eine ähnliche Krümmung, wie sie einseitig stärkere Lichtwirkung bei heliotropischen Organen hervorruft, wird auch durch die Schwerkraft bei noch im lebhaften Wachsthume befindlichen Pflanzentheilen, besonders Stengeln und Wurzeln veranlasst. Legt man z. B. eine Keimpflanze, deren Wurzel senkrecht abwärts, deren Stengel senkrecht aufwärts gewachsen ist, horizontal, ohne dabei ihr Wachsthum zu stören, so zeigt sie den Geotropismus in der Weise, dass der horizontal liegende Stengel sich mit seiner Spitze im Bogen aufwärts, die horizontal gelegte Wurzel sich mit der Spitze im Bogen abwärts krümmt und beide dann in verticaler Richtung weiter wachsen (Fig. 56; S. 150). Die in der Richtung der Schwerkraft wachsende Wurzel ist positiv, der in entgegengesetzter Richtung wachsende Stengel negativ geotropisch. Positiv geotropisch sind ferner noch manche Rhizome und Zwiebeln erzeugende Sprosse (Physalis, Tulipa) und die Keimblattscheiden mancher Monocotyledonen (Phoenix, Allium), negativ geotropisch ausser aufrecht wachsenden (nicht bilateralen) Sprossen die Blattstiele, die Strünke vieler Hutpilze u. s. w.

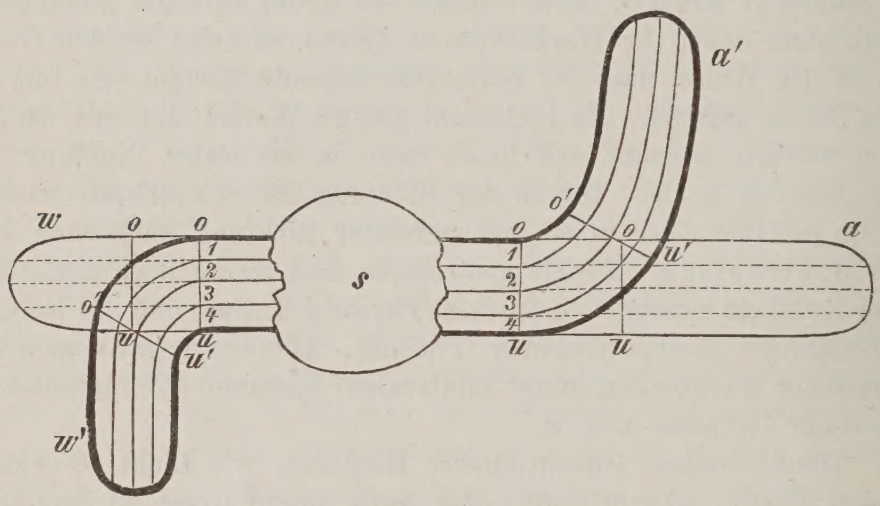
300. Häufig wirken jedoch äussere Einflüsse, wie Licht, Gewicht der wachsenden Theile, Feuchtigkeit, oder auch innere Ursachen dem Geotropismus entgegen, so dass bei derartigem Zusammentreffen andere Stellungen zu Stande kommen, als sie letzterer allein bedingen würde. Auffallend tritt dies z. B. hervor, wenn man in einem mit feuchten Sägespänen gefüllten, schief hängenden Siebe Samen so keimen lässt, dass ihre Keimwurzeln bald durch die Sieblöcher abwärts wachsen. Statt nun der Schwerkraft weiter zu folgen, schmiegen sie sich im Bogen der feuchten Siebunterfläche an und wachsen an dieser weiter oder gar wiederholt in dieselbe hinein und wieder hinaus. Ferner zeigt sich bei Verzweigungen höherer Ordnung die Wirkung der Schwerkraft allmählich weniger, wie dies z. B. bei Wurzeln der Fall ist. Die positiv geotropische Hauptwurzel erzeugt Seitenzweige erster Ordnung, die häufig schon gar nicht mehr geotropisch sind und nach allen möglichen, durch ihre Anlage bedingten Richtungen den Boden durchwachsen.

Geotropismus und Heliotropismus sind insofern von einander unabhängig, als nicht etwa ein bestimmter Heliotropismus auch einen bestimmten Geotropismus bedingt und umgekehrt. Häufig gleicht der Geotropismus die Wirkung des positiven Heliotropismus wieder aus, wenn die den letzteren

bedingende einseitige Beleuchtung (wie etwa während der Nacht) aufhört. Ebenso ist ein bestimmter Geotropismus nicht etwa an die An- oder Abwesenheit des Chlorophylls geknüpft, wie u. a. die farblosen Mucorineen zeigen, deren Sporangienträger negativ, deren vegetative Myceläste positiv geotropisch sind.

301. Die durch den Geotropismus hervorgerufene Krümmung eines Organes ist Folge des ungleichen Längenwachsthums der der Wirkung der Schwerkraft zugewendeten und abgekehrten Seite desselben. Eine dieser Seiten wächst rascher, die andere langsamer, als jede bei vertical bleibender Stellung wachsen würde. Bei positiv geotropischen Organen, wie der Keimwurzel, findet das stärkste Wachsthum auf der dem Erdcentrum abgewendeten Seite statt; diese muss daher convex, die Unterseite concav werden, die freie Spitze sich abwärts richten (Fig. 56, *w'*). Negativ geotropische Organe, wie ein sonst aufrecht wachsender Stengel, zeigen stärkeres Wachs-

Fig. 56.



thum der Unterseite; diese wird daher convex, die Oberseite concav, die freie Spitze aufwärts gerichtet (Fig. 56, *a'*).

Nimmt man an, dass das ganze sich geotropisch krümmende Organ einzellig ist (Mucor) oder dass die Krümmungsstelle desselben einer Zelle entspricht (Nitella), so würde bei positivem Geotropismus das der Oberseite, bei negativem das der Unterseite entsprechende Stück der Membran stärker in die Länge wachsen. Während also bei verticaler Lage der Zelle die Membranseiten *oo* und *uu* (Fig. 56) gleich lang sind, wären bei positivem Geotropismus $oo' > oo$ und $uu' < uu$, $oo' > uu'$ (Fig. 56, *w*, *w'*), bei negativ geotropischer Krümmung $oo' < oo$ und $uu' > uu$, also $uu' > oo'$ (Fig. 56, *a*, *a'*).

302. Denkt man sich statt einer Zelle in dem Längsschnitte der Krümmungszone vier über einander gelegene Zellen (Fig. 56), so ist bei verti-

Fig. 56. Schematische Darstellung des positiven Geotropismus der Wurzel *w*, *w'* und des negativen des Stengels *a*, *a'* einer Keimpflanze, deren Same bei *s* liegt. Das Uebrige im Texte.

caler Stellung des Stengels, wie der Wurzel, nach einer bestimmten Zeit Zelle 1 = 2 = 3 = 4. Bei horizontaler Lage und nach eingetretener Krümmung dagegen ist, da für jede Zelle in Bezug auf die Membranlänge der Ober- und Unterfläche das vorhin Gesagte Anwendung findet, bei positivem Geotropismus (Fig. 56, *w*, *w'*)

(Oberseite) Zelle 1 > 2 > 3 > 4 (Unterseite),

bei negativ geotropischen Organen (Fig. 56, *a*, *a'*) dagegen

(Oberseite) Zelle 1 < 2 < 3 < 4 (Unterseite).

Dasselbe gilt von noch zahlreicher im verticalen Längsschnitte über einander liegenden Zellen, dasselbe für entsprechende über einander liegende Zellenreihen der Krümmungsregion. Es wäre z. B. im letzteren Falle in Fig. 56 in dem Stengel *a'* Zellenreihe

(Oberseite) 1 < 2 < 3 < 4 (Unterseite).

Directe Messungen an den entsprechenden Gewebestreifen bestätigen diese Angaben. Weshalb aber beim positiven Geotropismus die Oberseite, beim negativen die Unterseite stärker wächst, während die Bedingungen (Schwerkraft) doch für beide die gleichen sind, ist zur Zeit unerklärbar.

303. Dass die Ursache der Wachsthumserscheinungen geotropisch sich krümmender Stengel und Wurzeln etc. wie beim Heliotropismus in Turgorkräften, bei einzelligen Organen in der sich ändernden Wachsthumsfähigkeit verschiedener Membranseiten zu suchen ist, darf als sicher angenommen werden (vgl. § 295). Die Untersuchungen über die Vertheilung des Vegetationswassers senkrecht wachsender und in der Krümmungszone geotropisch gekrümmter Organe lassen Folgendes erkennen. Halbirt man einen normalen, gleichbeleuchteten, senkrechten Spross durch einen axilen Längsschnitt, so ist der Wassergehalt beider Hälften gleich. Wird ein geotropisch gekrümmter Spross senkrecht in eine rechte und linke Hälfte getheilt, so ist der Wassergehalt beider Hälften ebenfalls gleich; halbirt man dagegen einen isolirt niedergelegten, geotropisch gekrümmten Stengel durch einen Horizontalschnitt (parallel der Krümmungsfläche in eine obere und untere Hälfte), so erscheint die untere, der Convexität entsprechende Hälfte stets wasserreicher. Diese ungleiche Vertheilung des Wassers lässt sich schon wenige Stunden nach Niederlegung des Sprosses und noch vor eingetretener Krümmung desselben constatiren; sie findet ferner auch in bereits verholzten und daher krümmungsunfähigen Stengeln statt.

304. Auch normal (senkrecht) gewachsene Keimwurzeln zeigen rechts und links eines axilen Längsschnittes gleichen Wassergehalt. In geotropisch gekrümmten Keimwurzeln ist dagegen an der Krümmungsstelle der Wassergehalt der convexen Oberseite grösser als derjenige der concaven Unterseite. Diese ungleiche Vertheilung des Wassers in der krümmungsfähigen Stelle zu Gunsten der Oberseite derselben findet auch hier bereits einige Stunden nach der Niederlegung der Keimwurzel und noch vor Eintritt der Krümmung selbst statt. Dagegen ist in dem stark in Streckung begriffenen hinteren Theile einer solchen Keimwurzel, sowie in älteren, nicht mehr krümmungsfähigen, horizontal liegenden Wurzeln der Wassergehalt der unteren Hälfte ein grösserer.

305. An der geotropischen Krümmung betheiligen sich sämmtliche im

Wachsthum begriffene Theile eines horizontal oder schief gestellten Stengels. Der Grad der Krümmung, die jedoch in keinem Falle genau einem Kreisbogen entspricht, ist je nach Wachsthumsgeschwindigkeit, Abweichung von der Verticalrichtung, Dicke, Biegungsfestigkeit und Elasticität des betreffenden Organes, sowie nach Zeitdauer und Nachwirkung verschieden. Durch rascheres Wachsthum und grösste Annäherung an die Horizontallage wird in kürzerer Zeit die Krümmung verstärkt, ebenso durch die sogenannte Nachwirkung, wonach auch über die Zeit der horizontalen oder schiefen Lage hinaus die Krümmung noch fortdauert. Grössere Dicke eines Organes wirkt dem Geotropismus entgegen; und was die Biegsamkeit und Elasticität betrifft, so kommen diese um so mehr zur Geltung, je weiter die Krümmungszone vom Sprossgipfel entfernt liegt, je grösser also das nach abwärts ziehende Gewicht des letzteren ist. Da die Biegsamkeit mit Zunahme des Alters und der Dicke der Sprosses sich verringert, so ist auch dieser Umstand zu berücksichtigen.

306. An gewöhnlichen Sprosstheilen (einem Internodium etwa), deren Zone stärksten Wachsthums dem Gipfel näher liegt und die sich von hier ab nach rückwärts allmählich verdicken, beginnt die Krümmung im Gipfeltheile, weil dieser am dünnsten ist, die geringste Last trägt und am raschesten wächst. Erst später tritt, während das Gipfelstück sich steiler aufrichtet, eine Krümmung auch im Mitteltheile und noch später im Basalstücke des der Wirkung der Schwerkraft unterliegenden Stengelstückes ein, so dass das Basalstück sich vielleicht nach aufwärts krümmt, wenn der Gipfel bereits vertical steht und der Wirkung der Schwerkraft entzogen ist. Letzterer kann dadurch und durch die Nachwirkung sogar über die Verticalrichtung nach rückwärts hinaus gekrümmt werden. Liegt umgekehrt die am stärksten wachsende Region an der Basis des Internodiums, so tritt die Krümmung in entgegengesetzter Richtung wie im eben beschriebenen Falle auf. Bei einem mit der wachsenden Spitze nach abwärts hängenden Sprosse tritt negativ geotropische Krümmung in der Weise ein, dass der Sprossgipfel sich allmählich hakenförmig nach aufwärts krümmt. Der ungünstigen Lage wegen erfordert diese Krümmung jedoch längere Zeit, als diejenige in der Horizontalstellung. Abgeschnittene Stengel verhalten sich solchen mit der Pflanze in Verbindung bleibenden gleich. Bei symmetrisch gespaltenen Sprossen, deren Hälften in Folge der Gewebespannung nach entgegengesetzter Richtung klaffen (§ 276), wirkt die Schwerkraft auf jede Hälfte gesondert ein, wenn die Spaltfläche der Horizontebene parallel liegt.

307. Eine eigenthümliche Beziehung zum Geotropismus zeigen die Knoten der Grashalme. Während diese in der Verticalstellung bald zu wachsen aufhören, besitzen sie die Fähigkeit, bei späterer horizontaler Lage auf ihrer Unterseite wieder stärker in die Länge zu wachsen, während die concav werdende Oberseite sich (oft unter Bildung von Querfalten in der Epidermis) verkürzt, was bei dem horizontal liegenden Internodium nie eintritt. Letzteres erhält daher keine geotropische Krümmung, wohl aber eine um so schärfere der Knoten, der nach vollendetem geotropischen Wachsthume oft wie geknickt aussieht. Die Aufrichtung des gelagerten Getreides wird durch diesen Geotropismus der Halmknoten ermöglicht.

308. Das im § 306 für die Krümmungszonen wachsender Stengel Gesagte gilt im allgemeinen auch für die Wurzel. Auch bei dieser unterliegt nur die im Längenwachsthume befindliche Strecke dem Geotropismus. Da diese Wurzelregion jedoch sehr kurz ist, da die ältesten Theile derselben sehr bald zu wachsen aufhören, die jüngeren Theile der Wurzel durch die Abwärtskrümmung aber in eine für die Schwerkraftwirkung ungünstige Lage kommen, so geht die geotropische Krümmung im scharfen Bogen abwärts. Selbst ein Widerstand, wie ihn Quecksilber bietet, wird dabei überwunden, da die Wurzel in dieses hinein wächst. Gespaltene Wurzelspitzen beweisen durch ihr Verhalten, dass auch bei ihnen, wie bei gespaltenen Stengelspitzen (§ 306), die Schwerkraft auf jeden Theil einzeln einwirkt.

309. Dass die Schwerkraft die Ursache der beschriebenen Veränderungen ist, zeigt (ausser dem ganz gleichen Verhalten von Wurzel und Stengel auf allen Punkten der Erdoberfläche) auch die Einwirkung der Centrifugalkraft auf Wurzel und Stengel keimender Samen. Befestigt man solche unter Beobachtung der nöthigen Wachsthumsbedingungen auf einer um eine senkrechte Axe horizontal rotirenden Scheibe so, dass die vorherige Wachsthumsaxe tangentiale Stellung erhält, so stellen sich bei sehr rascher Rotation alle Wurzeln horizontal nach auswärts, der Centrifugalkraft folgend, alle Stengel jedoch horizontal einwärts, der Rotationsaxe zugewendet. Bei langsamer Rotation kommt aber die Schwerkraft noch mit zur Geltung und die Richtung von Wurzel und Stengel wird eine aus Grösse und Richtung beider Kräfte resultirende schiefe. Lässt man die Scheibe vertical sehr rasch rotiren, so wirkt nur die Centrifugalkraft richtend auf die radial nach aussen sich stellenden Wurzeln und radial nach innen sich kehrenden Stengel. Sehr langsame Drehung, bei der weder Schwer- noch Centrifugalkraft wirken, zeigt keinerlei Einfluss auf die nach allen möglichen Richtungen wachsenden Theile.

Dass nur die noch im Wachsen begriffene Strecke des Stengels, wie der Wurzel, von der Centrifugalkraft beeinflusst wird, bedarf (nach § 299) keiner weiteren Erläuterung.

7. Die Nutationsbewegungen wachsender Organe.

310. Bei einer grossen Anzahl von Organen zeigen nicht sämmtliche Stellen des Umfanges gleiches Wachsthum, wie bei senkrecht wachsenden Stämmen und Wurzeln, sondern dasselbe ist aus inneren Ursachen (also von Heliotropismus und Geotropismus abgesehen) auf zwei einander entgegengesetzten Seiten, der Ober- und Unterseite, ungleich stark. Wächst die Oberseite eines Organes rascher als die Unterseite, so bezeichnet man dasselbe als epinastisch, als hyponastisch dagegen, wenn die Unterseite im Verhältniss zur Oberseite stärkeres Wachsthum besitzt. Das ganze Organ wird als ein bilateral entwickeltes, die in Folge von Epinastie oder Hyponastie ausgeführte Krümmungsbewegung als Nutation bezeichnet und zwar als autonome oder spontane, wenn sie nur von inneren Ursachen abhängig ist (Winden der Stengel), als paratonische oder receptive, wenn sie auf Einwirkung äusserer Agentien erfolgt (Ranken, periodische

Bewegungen von Laub- und Blüthenblättern). Mit Vollendung des Wachsthums hört auch die nutirende Bewegung eines solchen Organes auf.

311. Bilateralität (Dorsiventralität) besitzen in ausgeprägtester Weise die Laubblätter. Diese sind in ihrer Jugend hyponastisch (§ 28), krümmen daher in der Knospe ihre Oberseite concav, während sie mit fortschreitendem Alter die letztere stärker entwickeln, also epinastisch werden. Dasselbe gilt von den Kelch- und Kronblättern, von vielen langen Staubgefässen und Griffeln. So hängen in der Blüthe von Dictamnus die Staubgefässe in Folge epinastischer Entwickelung zuerst mit den noch ungeöffneten Antheren nach abwärts, richten sich aber mit den später geöffneten Antheren durch Hyponastie auf.

Aber auch die allermeisten Seitensprosse sonst aufrechter Stämme sind bilateral. Hyponastisch sind die Zweige von Corylus avellana, Picea nigra, Ulmus campestris, Prunus avium etc., epinastisch die Zweige von Pyrus Malus, Tilia parvifolia, die Ausläufer von Fragaria elatior, Potentilla reptans, Ajuga reptans, die Blüthenzweige von Sinapis, Isatis, Archangelica u. s. w. Bilateral ist endlich auch die bei der Keimung nickend oder hängend über die Erde vortretende Endknospe der Dicotyledonen-Keimpflanzen.

312. Heliotropismus und Geotropismus, sowie häufig das Gewicht des Zweigendes, wirken den durch solche Bilateralität hervorgerufenen Nutationsbewegungen entgegen und bedingen so die verschiedenartigsten Richtungsverhältnisse, je nachdem die eine oder andere Kraft in den Vordergrund tritt. Die Abwärtskrümmung, welche in Folge von Epinastie an wachsenden Blättern entstehen würde, wird durch die entgegengesetzt erfolgenden heliotropischen und geotropischen Krümmungen aufgehoben. Bringt man jedoch durch entsprechende Drehung eines Zweiges die Oberseite der noch wachsenden Blätter nach unten, so wirken Epinastie, Heliotropismus und Geotropismus in gleicher Richtung und die Blätter kehren sich, oft unter Drehung des Blattstieles, mehr oder minder vollständig wieder um. Ebenso krümmen sich die epinastischen Ausläufer von Fragaria aufwärts, wenn sie mit der Oberseite nach unten horizontal gelegt werden, wobei der gleichsinnig wirkende Geotropismus die Krümmung verstärkt. Die hyponastischen Zweige von Corylus aber krümmen sich, mit der Unterseite nach oben gelegt, abwärts, weil die Hyponastie stärker wirkt als die Schwerkraft.

313. Findet die Nutationsbewegung nicht in nur einer Ebene nach rechts oder links, auf- oder abwärts statt (§ 310), sondern nach allen Seiten hin, weil in kürzeren Zeiten alle Seiten des wachsenden Organes nach einander im Längenwachsthume überwiegen, so bezeichnet man sie als eine revolutive oder rotirende Nutation. Derartige revolutive Nutationen zeigen namentlich die windenden oder schlingenden Stengel und die Ranken.

314. Bei windenden Stengeln sind die Blätter der jüngsten Internodien verhältnissmässig klein; die Endknospe hängt in Folge ihres Eigengewichtes seitwärts über und beschreibt in Folge der revolutiven Nutation der unter ihr befindlichen zwei bis drei jüngsten Internodien einen Kreis oder eine Ellipse. Findet während dieser Bewegung der Sprossgipfel eine senkrechte Stütze, so beschreibt er um diese eine Schraubenlinie. Ist die Stütze dünn, so liegt die oberste Windung oft nur ganz lose derselben oder

ihr nur an einem Punkte angedrückt an. Wächst der kreisende Gipfel mit seiner Krümmung aus irgend welchem Grunde über die Stütze hinaus, so bilden sich die weiteren Windungen frei. Ein durch Druck bewirkter Reiz, wie bei den Ranken (§ 316), ist hier also nicht die Ursache des Windens. Erst später werden, während der Längsstreckung der Internodien, die anfänglich weiten und flachen Windungen enger und steiler, und erst dann legen sie sich der Stütze fest an, während der Gipfel seine Bewegung um die Stütze herum fortsetzt und sich, unterstützt durch fortdauernde Streckung älterer, das Wachsthum allmählich einstellender Internodien, gewissermaassen an der Stütze emporschraubt.

315. Die ersten Internodien der Keimpflanzen und der Seitensprosse von Schlinggewächsen winden nicht. — Die in Folge des Windens nach der Seite der Stütze gewendeten Blätter gleiten beim Anziehen der Windungen seitwärts von der Stütze ab, wobei sie das Internodium ein kleines Stück mitziehen. Die Richtung der Windungen ist für die betreffende Art gewöhnlich constant, für die meisten Pflanzen nach links (d. h. entgegen dem Laufe des Uhrzeigers), für den Hopfen, Lonicera caprifolium etc. nach rechts (d. h. wie die Bewegung der Zeiger einer Uhr). Doch kommt es auch vor, dass einzelne Individuen einer Art nach links, andere nach rechts winden (Solanum Dulcamara), oder dass derselbe Stengel abwechselnd rechts und linkswindend ist (Loasa aurantiaca). Die Bewegungen windender Stengel sind um so energischer, je günstiger die Wachsthumsbedingungen sind. Sie finden auch im Finstern statt (Phaseolus multiflorus), doch zeigt bei einseitiger Beleuchtung das Licht insofern Einfluss, als die Bewegung zur Lichtquelle hin rascher erfolgt, als von dieser fort.

316. Die Ranken zeigen den windenden Stengeln gegenüber die Eigenthümlichkeit, dass sie in den normalen Fällen sich nur in Folge eines durch Druck bewirkten Reizes krümmen und einrollen. Diese Fähigkeit tritt ein, wenn die Ranke etwa drei Viertel ihrer Grösse erreicht hat; unterstützt wird sie durch eine revolutive Bewegung des Sprossgipfels sowie der Ranke selbst, wodurch letztere die Möglichkeit der Annäherung an eine nahe Stütze erhält. Wird eine solche erreicht, so genügt eine leise Berührung mit der reizbaren Seite (gewöhnlich der Unterseite) der Ranke, um oft schon binnen wenigen Secunden oder Minuten (25 Sec. bei Passiflora gracilis, 30 Sec. bei Sicyos, bei Smilax dagegen erst nach einer Stunde) eine Krümmung der Berührungsstelle zu verursachen. Diese Krümmung geschieht in Folge des durch den Druck verursachten langsameren Wachsthumes der gereizten, concav werdenden Seite und des rascheren der entgegengesetzten, convexen Aussenseite. Durch sie aber werden sofort neue Punkte der reizbaren Seite mit der Stütze in Berührung gebracht, so dass die Spitze der Ranke nach und nach in korkzieherartigen Windungen die Stütze umschlingt. Der Reiz pflanzt sich jedoch nicht allein gegen die Spitze der Ranke fort, sondern auch nach der Basis derselben zu, soweit diese noch nicht ausgewachsen ist. Daher rollt auch letztere sich in Folge stärkeren Wachsthums der Oberseite korkzieherartig ein und zieht dadurch den Spross noch näher an die Stütze. In diesem Theile liegen dann einige als Wendepunkte bezeichnete unregelmässige Stellen, an welchen die Windungen ent-

gegengesetzt werden, um eine sonst eintretende Torsion auszugleichen. Später wächst die Ranke noch in die Dicke und verholzt.

317. Erreicht eine Ranke keine Stütze, so bleibt sie gerade, wird unbeweglich und fällt ab (Ampelideen); oder sie rollt sich von der Spitze nach der Basis zu korkzieherartig, aber ohne die Wendepunkte der normal entwickelten Ranke, ein und vertrocknet (Cucurbitaceen). Wird eine Ranke durch Druck oder Reibung der entsprechenden Seite gereizt, ohne dass sie gleichzeitig an eine Stütze kommt, so tritt zwar die Krümmung ein, die Ranke streckt sich aber nach einiger Zeit wieder gerade und ist dann zum zweiten Male reizbar.

Die Raschheit der Bewegung ist auch bei den Ranken an günstige Wachsthumsbedingungen geknüpft. In Bezug auf das Licht verhalten sie sich wie windende Stengel (§ 315).

318. Der morphologische Charakter rankender Organe kann sehr verschieden sein (§§ 22, 32). In den meisten Fällen sind sie metamorphosirte Zweige (Ampelideen, Passifloreen, wahrscheinlich auch Cucurbitaceen). Bei Tropaeolum und Clematis rankt der Blattstiel, bei Gloriosa Plantii die über das Blatt hinaus verlängerte Mittelrippe, bei Pisum der vordere metamorphosirte Theil des gefiederten Blattes, bei Fumaria officinalis das ganze Blatt. Ampelopsis zeigt die Eigenthümlichkeit, dass ihre Ranken bei Berührung mit harten Körpern sich als Saugnäpfe wirkende Gewebepolster entwickeln, mittels deren die Pflanze selbst an steilen Wänden emporklettert, wenn diese nur genügend rauh sind. Durch negativen Heliotropismus wird die Ranke dabei in ihre Richtung geleitet.

319. Mit der Bilateralität ist häufig Torsion des betreffenden Organes verbunden, d. h. eine Drehung desselben um seine Wachsthumsaxe, durch welche seine länger werdenden Seitenlinien letztere schraubig umlaufen. Dieselbe zeigt sich namentlich bei allen windenden Stengeln und bei vielen aufrechten Stengeln mit langen Internodien. Bei Blättern (Allium ursinum, manche Gräser) führt sie zu einer Umkehr eines Theiles der Blattflächen, von denen dann die Unterseite nach oben gewendet ist. Aber auch viele nicht bilateral entwickelte Organe besitzen Torsion, wie die Fruchtstiele der Moose, die Internodien der Characeen u. s. w.

320. Die Torsion eines Pflanzentheiles kann durch zwei verschiedene Ursachen hervorgerufen werden. Einmal entsteht sie dadurch, dass bei drehenden Axen die peripherischen Gewebe ein längere Zeit andauerndes Längenwachsthum besitzen, als die centralen, bei tordirenden Blättern die Seitenränder längere Zeit wachsen, als der Mittelnerv (resp. die Axe des Blattstieles). Bei drehenden Internodien tritt die Torsion erst zu Ende des Längenwachsthums ein, wenn letzteres in den centralen Geweben ganz oder fast ganz aufgehört hat. Ferner kann eine Torsion auch durch eine ungleichseitige Belastung veranlasst werden, wie sie die ungleiche Vertheilung von Blättern und Seitensprossen namentlich an horizontal wachsenden Zweigen bedingt. Sehr geringe Elasticität des Organes, Geotropismus und Heliotropismus werden derartige Torsionen unterstützen, noch lange andauerndes Wachsthum eines solchen tordirten Pflanzentheiles die Torsion zu einer dauernden machen.

321. Bei einer grossen Zahl von Pflanzen zeigen die im Wachsen begriffenen Laub- und Blüthenblätter in Folge von Licht- und Temperaturschwankungen periodische Nutationsbewegungen, welche auch hier mit Vollendung des Wachsthums aufhören, und die dadurch hervorgerufen werden, dass eine innerhalb gewisser Grenzen stattfindende Steigerung der Lichtintensität und der Wärme ein stärkeres Wachsthum der Oberseite und damit ein Oeffnen, ein Sinken beider Einflüsse ein stärkeres Wachsthum der Unterseite des Blattes und in Folge dessen Schliessung bewirkt, wenn die Tagesstellung die offene ist. Die umgekehrte Wirkung tritt ein, wenn die Nachtstellung der Organe die offene ist. So heben sich Nachts in Folge stärkeren Wachsthumes der Unterseite die Blätter von Chenopodium, Stellaria, Linum und Brassica; die Blätter senken sich, weil Nachts die Oberseite stärkeres Wachsthum zeigt, bei Impatiens, Polygonum Convolvulus etc. Die meisten Blüthen öffnen sich am Tage und sind während der Nacht geschlossen.

322. Die Krümmung, resp. Bewegung der genannten Organe erstreckt sich nicht über die ganze Fläche derselben, sondern ist auf eine Stelle geringen Umfanges beschränkt, an welcher das Wachsthum längere Zeit fortdauert. Diese liegt meist an der Basis des Organes, bei Oxalis rosea über der Mitte des Blumenblattes. Bei Compositen findet ein Schliessen des ganzen Blüthenstandes statt; die Krümmungszone der einzelnen Blüthen liegt dann entweder dicht über der Röhre der zungenförmigen Krone (Bellis) oder in der Röhre selbst (Taraxacum). — Bei Crocus dauert das abwechselnd ungleichseitige Wachsthum der Perigonzipfel, deren krümmungsfähige Zone dicht über der Blumenröhre liegt, auch dann noch fort, wenn von einer Seite oder von beiden Flächen die Epidermis abgezogen wird.

An den Laubblättern hört die Bewegung mit dem Alter auf. Bei Chenopodium bilden die jungen Blätter in Folge ihrer Einwärtskrümmung während der Nacht grosse Knospen, die älteren biegen sich wenig, die ältesten gar nicht. Durch das abwechselnd stärkere Längenwachsthum der Ober- und Unterseite wiederholt zusammenneigender und auseinanderweichender Blätter wird natürlich auch das Gesammtwachsthum derselben gefördert.

323. Der Grad der Bewegung ist je nach dem Grade der Lichtintensität oder der Temperatur, wie der Empfindlichkeit der Blätter ein sehr verschiedener. Sehr empfindlich gegen Temperaturschwankungen sind die Blüthen von Crocus, Tulipa, Adonis vernalis, Ornitholum umbellatum und Colchicum autumnale. Crocusblüthen reagiren bereits auf eine Schwankung von $^1/_2{}^\circ$ C, öffnen sich durch eine Steigerung um 5° C in 8 Minuten, bei Schwankungen von 12 zu 22° C bereits in 3 Minuten; die untere Temperaturgrenze für noch stattfindende Bewegungen liegt oberhalb 8° C. Ebenso öffnen sich die Blüthen von Hieracium vulgatum, Oxalis rosea u. a. erst bei 8—10° C; bei 1—3° bleiben sie selbst am Lichte geschlossen.

324. Besondere Empfindlichkeit gegen Lichtschwankungen zeigen die Blüthen von Crocus und Tulipa, die sich bei plötzlicher Verdunkelung oder Beleuchtung auch dann noch energisch schliessen oder öffnen, wenn selbst geringere günstige Temperaturschwankungen der Lichtwirkung entgegen arbeiten; ferner die Blüthenköpfe von Calendula officinalis, Leontodon hasti-

lis etc., die Morgens bei völliger Verdunkelung sich schliessen, selbst wenn die Temperatur 19—20° C beträgt. Ebenso bewirkt plötzliche Beleuchtung ein energisches Oeffnen der Blüthen von Oxalis rosea und Compositen, wenn dieselben vorher längere Zeit im Dunkeln waren.

325. Ueberhaupt ist die Bewegung des Organes auf Temperatur- und Lichtwechsel um so energischer, je längere Zeit vorher der entgegengesetzte Zustand dauerte. Stärkere Temperaturschwankungen wirken dabei häufig dem Lichtwechsel, stärkere Lichtschwankungen dem Temperaturwechsel entgegen, je nachdem die betreffenden Organe für den einen oder anderen Einfluss empfindlicher sind. Aus allen diesen Verschiedenheiten erklärt es sich auch, weshalb viele Blüthen sich nur zu gewissen Tagesstunden öffnen, andere von jedem Witterungswechsel beeinflusst werden u. s. w.

6. Die Variationsbewegungen ausgewachsener Organe.

326. Wie die Nutationsbewegungen (§ 310), so lassen sich auch die Variationsbewegungen in spontane und paratonische unterscheiden, von denen die ersteren nur durch innere Ursachen bedingt sind, letztere durch Einwirkung derselben äusseren Agentien (Licht, Wärme, Reiz) hervorgerufen werden, die auch bei den ähnlichen Nutationen diese veranlassen. Während aber die Nutationsbewegungen mit vollendetem Wachsthum aufhören, dauern die Variationsbewegungen auch nachher fort, ja sie kommen erst beim völlig ausgewachsenen Organe zur kräftigsten Geltung. Während ferner bei der Nutation ungleichseitiges (allerdings zu Turgorkräften in Beziehung stehendes) Wachsthum die Bewegung veranlasst, sind bei den Variationsbewegungen durch Turgorkräfte hervorgerufene Aenderungen in der Gewebespannung die Ursache derselben. Nur unter abnormen Bedingungen (Heliotropismus und Geotropismus) tritt auch bei den Variationsbewegungen ausführenden Organen noch nachträgliches Wachsthum ein.

327. Variationsbewegungen werden nur von Blattgebilden (Laub- und Blumenblättern, Staubgefässen und seltener Griffeln oder Narben) ausgeführt. In ihrem anatomischen Baue stimmen diese Organe darin überein, dass an der beweglichen Stelle ein oder einige sehr geschmeidige Gefässbündel von einem saftigen Parenchym (Schwellgewebe) umgeben werden, dessen äussere Lagen keine oder nur kleine, dessen innere Schichten dagegen meist grössere lufthaltige Intercellularräume besitzen. Vielfach springen die die Bewegungen ausführenden Stellen wulstartig als sogenannte Polster vor (Mimosa, Phaseolus). — Die Spannung zwischen dem elastischen Fibrovasalstrange und dem stark turgescirenden Parenchym ist eine sehr grosse, am stärksten in den mittleren Parenchymlagen.

1. Variationsbewegungen in Folge von Berührung oder Erschütterung.

328. Diejenigen Organe, deren Bewegung durch Berührung oder Erschütterung hervorgerufen wird, besitzen eine wenig entwickelte Epidermis, die dem stark turgescirenden Parenchym weniger Widerstand entgegensetzt, als der axile Fibrovasalstrang. Die Reizbarkeit beschränkt sich auf das Parenchym und zwar entweder nur auf eine Seite des etwas abge-

flachten Organes (Blattgelenke von Mimosa), oder sie tritt auf allen Seiten desselben hervor (Staubgefässe der Cynareen).

Die Reizbarkeit wird durch das Bestreben der Parenchymzellen, stets Wasser aufzunehmen, und dadurch bedingt, dass eine geringe Erschütterung oder Berührung die Zellen bestimmt, sofort einen Theil ihres Wassers durch die Membran in die Intercellularräume austreten zu lassen. In dem Maasse nun, als Wasser durch die Zellwand filtrirt, ziehen sich die elastischen Zellhäute zusammen. Dadurch, und weil ein Theil des ausgestossenen Wassers in entferntere Gewebe geleitet wird, verringert sich das Volumen der gereizten Seite, deren Epidermis sich zusammenzieht, während gleichzeitig das nicht gereizte Gewebe der entgegengesetzten Seite des Organes sich durch Wirkung seines ungestörten Turgors ausdehnt und diese Seite convex macht, unterdessen die gereizte Seite sich concav krümmt. Die von dem sich krümmenden Organe getragenen Blatttheile werden daher mehr oder minder gehoben, wenn die sich concav krümmende Seite oben liegt (Blattlappen von Dionaea, §§ 233, 234; Fiederblättchen von Mimosa), gesenkt, wenn nur die Unterseite reizbar ist (das ganze Blatt von Mimosa). Nach einiger Zeit nehmen die erschlafften Zellen wieder Wasser auf; ihr Turgor steigert sich und das Volumen der einzelnen Zellen wie des ganzen gereizten Gewebes wird dadurch vergrössert, die vorher concave Seite allmählich wieder gestreckt bis convex, das Organ für einen neuen Reiz empfindlich. Der Reiz selbst wirkt wahrscheinlich unmittelbar nur auf das Protoplasma, welches durch ihn für Wasser permeabeler wird und, da es der Zellwand dicht anliegt, dieses auch durch letztere filtriren lässt. Die Membran selbst verliert wohl kein Wasser, sondern folgt nur in Folge ihrer Elasticität dem sich contrahirenden Plasma und dehnt sich abermals, wenn letzteres durch neue Zufuhr von Wasser selber wieder ausgedehnt wird.

329. Bei Mimosa pudica besitzt das doppelt gefiederte Blatt ein reizbares Organ (Blattstielpolster, Gelenk) von 4—5 mm Länge und 2—2,5 mm Durchmesser an der Basis des Hauptstieles, etwa halb so starke Bewegungsorgane an der Basis jeder Fieder erster Ordnung, beide Organe auf der Unterseite reizbar, während die noch kleineren Bewegungsorgane der Fiederchen auf Reiz der Oberseite sich krümmen. Eine Erschütterung der ganzen Pflanze bewirkt Bewegung sämmtlicher Blätter in der Weise, dass sich in Folge concaver Krümmung der Unterseite ihrer Gelenke die Blattstiele senken, dass die Fiedern erster Ordnung nach vorne und die Fiederchen nach vorne und oben sich zusammenlegen. Dasselbe geschieht aber auch, wenn bei einer sehr empfindlichen Pflanze nur ein Fiederchen gereizt wird. Berührt man das Bewegungsorgan eines der letzten Blättchen, so legt sich das betreffende Paar sofort zusammen, dann das zunächst unter demselben stehende, das dritte u. s. w. bis zur Basis der Fieder. Dann folgen die Blättchen der benachbarten Fiedern von unten nach oben, die Fiedern schlagen nach vorne zusammen und zuletzt senkt sich das ganze Blatt. Nach einiger Zeit beginnt ein nächst unteres oder oberes Blatt ähnliche Bewegungen und dann noch weiter entfernte Blätter: der Reiz pflanzt sich von einer einzelnen berührten Stelle aus fort.

330. Diese Fortpflanzung des Reizes beruht bei Mimosa darauf, dass

das aus den Zellen des gereizten Gewebes austretende Wasser eine Bewegung des Wassers in den Wänden und nicht communicirenden Zellhöhlungen des Gefässbündels hervorruft, welche ihrerseits wieder eine Veränderung des Wassergehaltes in dem reizbaren Parenchym benachbarter Organe und somit Bewegung dieser bewirkt. Bewiesen wird dieses dadurch, dass nach dem Durchschneiden der Unterseite des Blattstielpolsters bei jedem nach Erholung der Pflanze später erfolgenden Reize auch jedesmal ein Wassertropfen aus der Schnittfläche tritt. Ebenso findet ein Reiz statt, wenn man vorsichtig unterhalb eines Blattes einen queren Einschnitt in den Holzkörper des Stengels macht. Der sofort austretende Wassertropfen setzt das Wasser des Stengels und von diesem aus dasjenige des Blattes in Bewegung und verursacht dadurch die entsprechende Aenderung in der Gewebespannung der reizbaren Polster. Wird endlich ein Blatt einer Mimosa so befestigt, dass es sich bei Reizung nicht bewegen kann, so sieht man bei leiser Berührung der Unterseite des Blattstielpolsters blitzschnell das Gewebe desselben von der Berührungsstelle aus dunkler werden. Es rührt dieses daher, dass das in die Intercellularräume austretende Wasser Luft aus diesen verdrängt, so dass weniger Licht durchgelassen wird.

331. Wird vom Blattstielpolster einer Mimosa die obere Hälfte des Parenchyms bis zum Fibrovasalstrange weggeschnitten, so richtet sich der Stiel nach Aufhören des Reizes steiler auf, als vorher und bleibt auch später schwach reizbar. Schneidet man dagegen das Parenchym der Unterseite fort, so senkt sich der Stiel steil nach unten und verliert seine Reizbarkeit ganz. Spaltet man das gekrümmte Blattstielpolster eines abgeschnittenen Blattes in eine obere und untere Hälfte, so wird letztere fast gerade, erstere krümmt sich noch stärker convex. Spaltet man das Polster durch zwei parallele Längsschnitte in eine mittlere, das Gefässbündel enthaltende Lamelle und einen oberen und unteren Parenchymstreifen, so krümmt sich der letztere ein wenig nach aufwärts, der obere Parenchymstreifen dagegen stark abwärts und beide werden zugleich länger, als die Mittellamelle mit Gefässbündel. In Wasser gelegt nimmt dann der untere Parenchymstreifen rascher und mehr Wasser wieder auf als der obere; er krümmt sich daher in Folge des stärker werdenden Turgors sehr kräftig in die Höhe und strebt den axilen Fibrovasalstrang aufwärts zu drücken, während das obere Parenchym ihn abwärts beugt. Derartige Versuche bestätigen noch weiter das in den §§ 328 und 329 Gesagte. — Der Mimosa pudica ähnlich verhalten sich auch andere Arten der Gattung, ferner Acacia lophantha, Robinia, viele Arten von Oxalis etc. Nur erfolgt bei den meisten dieser Pflanzen die Bewegung erst auf sehr heftige Erschütterungen.

332. Die Staubgefässe mancher Cynareen (Centaurea, Cynara, Cnicus, Carduus, Onopordon) und Cichoriaceen (Hieracium, Cichorium) sind zur Zeit der Pollenentleerung ihrer ganzen Ausdehnung nach sehr reizbar. Ihre Filamente sind convex nach auswärts gebogen, verkürzen sich aber auf Berührung oder Erschütterung derart, dass sie sofort gerade werden, die den Griffel umfassende Antherenröhre nach abwärts ziehen und damit die Entleerung eines Theiles des Pollens bewirken, um sich dann sehr bald durch Krümmung wieder zu verlängern. Reizung eines Filamentes hat auch

die der anderen Staubfäden zur Folge, bei der Enge der Corolle gewöhnlich auch eine Bewegung dieser. Streift man daher leise mit dem Finger über einen Blüthenkopf hin, so kommen alle Blüthen in lebhafte Bewegung.

333. Auch hier ist Wasseraustritt aus den stark turgescirenden Zellen des Parenchyms in die Intercellularräume desselben Ursache der Spannungsveränderungen, wie schon daraus hervorgeht, dass, ähnlich wie bei Mimosa, aus einem Einschnitte in das Filament solcher Staubgefässe auf einen neuen Reiz auch der Austritt eines Wassertropfens erfolgt. Dass der axile Fibrovasalstrang sehr elastisch ist und daher nach Aufhören seiner Dehnung durch das stark turgescirende Parenchym eine sofortige Kürzung des Filamentes verursachen kann, geht schon daraus hervor, dass letzteres sich auf das Doppelte seiner Länge dehnen lässt und sich dann auf seine ursprüngliche Länge wieder zusammenzieht. — Die Staubgefässe von Berberis und Mahonia, die sich durch das Fehlen der Intercellularräume im Parenchym auszeichnen, sind nur auf der Innenseite der Basis ihrer nach aussen zurückgeschlagenen Filamente reizbar, die bei erfolgender Berührung ihre Innenseite concav krümmen und dadurch die Antheren gegen die Narbe bewegen.

334. Reizbare weibliche Geschlechtsapparate sind seltener. Ausgezeichnet ist unter ihnen die Griffelsäule von Stylidium, welche im normalen Zustande knieförmig herabgebogen ist, bei Berührung am Knie aber in die entgegengesetzte Richtung überschnellt, damit zugleich jedoch ihre Reizbarkeit verloren hat. Auf Berührung ihrer Innenseite legen sich ferner die Narbenlappen verschiedener Pflanzen (Mimulus, Goldfussia, Martynia) zusammen.

2. Variationsbewegungen in Folge von Licht- und Temperaturschwankungen.

335. Die auf Reiz beweglichen Blätter der Leguminosen und Oxalideen, aber auch die Blätter mancher anderen, keine Reizbewegung zeigenden Pflanzen (Marsiliaceen; Phaseolus und andere Papilionaceen) sind für Lichtwechsel in der Weise empfindlich, dass jede Verdunkelung und nachfolgende Beleuchtung sogenannte nyktitropische Bewegungen verursacht, welche den durch Reiz hervorgerufenen gleichen und auch durch dieselben Bewegungsorgane vermittelt werden. So legen sich die Blätter der Mimosa pudica Abends genau so zusammen, wie bei stattfindender Berührung, und ihre Blättchen breiten sich am nächsten Morgen auch in gleicher Weise wieder aus.

336. Die durch Verdunkelung hervorgerufene Zusammenfaltung der Blätter wird als Nachtstellung (Schlafstellung), die durch Beleuchtung bewirkte Entfaltung als Tagstellung (Wachen) bezeichnet. Die Richtung der Blättchen ist in beiden Fällen für die betreffende Art constant, für verschiedene Arten aber verschieden. So sind in der Nachtstellung die Blättchen von Mimosa und Tamarindus nach vorne und aufwärts, die von Tephrosia caribaea nach hinten zusammengelegt; die Blättchen von Phaseolus, Lupinus, Glycyrrhiza, Robinia, Oxalis etc. sind abwärts, die von Vicia, Trifolium, Lotus, Lathyrus, Marsilia u. a. aufwärts zusammengeschlagen. Aufwärts bewegt sich der Blattstiel bei Phaseolus, abwärts bei Mimosa.

Die Empfindlichkeit für Lichtreiz ist bei den verschiedenen Arten sehr

ungleich; bei manchen wirkt schon eine Beschattung. Ebenso ist die durch Lichtschwankung bewirkte Bewegung um so energischer, je längere Zeit vorher der entgegengesetzte Zustand dauerte.

337. Ursache der Bewegung ist auch in diesen Fällen die sich ändernde Gewebespannung in Folge veränderten Turgors der Zellen. Die durch Verdunkelung erfolgende Nachtstellung ist aber (entgegengesetzt der durch Reiz bewirkten Bewegung, § 328) mit Zunahme des Wassergehaltes, also mit Steigerung des Turgors, die in Folge der Beleuchtung eintretende Tagstellung mit Wasserverlust, demnach Verminderung des Turgors verbunden. Dass nun dennoch eine Krümmung des Bewegungsorganes eintritt, liegt darin, dass die Turgescenz sich stets auf der einen Seite energischer und rascher ändert, als auf der entgegengesetzten. Nimmt z. B. in dem Blattstielpolster einer Mimose mit Verdunkelung der Wassergehalt in der oberen Hälfte des Parenchyms rascher und bedeutender zu, als in der unteren Hälfte desselben, so muss die obere Seite des Bewegungsorganes convex, die untere concav werden, das ganze Blatt sich senken; es hebt sich wieder, wenn bei eintretender Beleuchtung die obere Hälfte des Polsters mehr Wasser abgiebt, als die Unterseite, die nun convex wird.

Wird das Bewegungsorgan unmittelbar von einer Temperatursteigerung betroffen, so tritt in Folge der entsprechenden Aenderungen im Turgor Nachtstellung ein (Oxalis, Phaseolus). Gleichzeitige Steigerung der Lichtintensität und Wärme bewirkt eine bald mehr der Tag-, bald mehr der Nachtstellung genäherte Lage der Blatttheile, je nachdem die Licht- oder Wärmewirkung überwiegt.

3. Spontane Variationsbewegungen.

338. Gegenüber den in den §§ 328—337 dargestellten paratonischen Variationsbewegungen treten die spontanen nur dann deutlich hervor, wenn sie mit bedeutenderer Energie ausgeführt werden, wie es z. B. an den Seitenblättchen von Hedysarum gyrans der Fall ist. Diese bewegen sich mit ihrer Spitze ungefähr im Kreise herum, so dass die Mittelrippe etwa eine Kegelfläche beschreibt. Jeder Umlauf dauert 2—5 Minuten, und die Bewegung findet sowohl im Finstern als im Lichte statt, wenn nur die Temperatur eine genügend hohe (22—25°) ist.

Bei den meisten Pflanzen überwiegt jedoch die tägliche periodische Bewegung in der Weise, dass sie die spontane verdeckt (Trifolium, Mimosa, Oxalis) und diese nur in constanter Finsterniss deutlicher hervortritt. So beträgt z. B. an dem Endblättchen von Trifolium pratense der Schwingungsbogen noch 40—150° in Zeit von $1^1/_2$—4 Stunden.

Dass derartige Bewegungen mit den vorigen auf gleiche Ursache zurück zu führen sind, unterliegt wohl keinem Zweifel. Sie kommen wahrscheinlich dadurch zu Stande, dass abwechselnd die eine und die andere Hälfte des Bewegungsorganes der entgegengesetzten einen Theil des Wassers entzieht, dass also die eine Hälfte des Gewebes um so viel an Turgor zunimmt, als die andere verliert.

4. Vorübergehende Starrezustände der Bewegungsorgane.

339. Gehen bei periodisch beweglichen und reizbaren Organen die äusseren Einflüsse über ein gewisses Maass hinaus, so treten Starrezustände ein, während welcher keine Bewegung stattfindet. Wird dabei das Organ nicht getödtet, so erhält dasselbe bei Einführung normaler Verhältnisse seine Beweglichkeit wieder. Derartige Zustände können durch zu niedere oder zu hohe Temperatur herbeigeführt werden: Kältestarre, bei unter 15° C und Wärmestarre, bei über 40° C Lufttemperatur für Mimosa eintretend, um so rascher, je weiter diese Grade überschritten werden. Sie treten ein, wenn die Pflanze einige Tage nicht begossen wird: Trockenstarre (nur bei Mimosa beobachtet), oder wenn sie eine Zeit im luftleeren oder in einem mit Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlensäure, Aether- oder Chloroformdämpfen gefüllten Raume verweilt (Mimosa, Staubgefässe von Berberis), oder wenn rasch hinter einander stärkere Erschütterungen (Mimosa), oder wenn elektrische Ströme (Griffelsäule von Stylidium) einwirken. Dabei werden die Blättchen einer Mimose manchmal geschlossen (Wärmestarre), ein andermal bleiben sie völlig geöffnet (Trockenstarre).

340. Dunkelstarre, die nur an chlorophyllhaltigen Organen beobachtet wird, tritt dann ein, wenn die betreffende Pflanze einen oder mehrere Tage in einem dunkelen Raume gehalten wird. Bringt man eine Mimose Abends in einen Dunkelapparat, so treten zwar zunächst mit grosser Regelmässigkeit noch Oeffnungs- und Schliessungsbewegungen der Blättchen ein, welche Morgens und Abends stattfinden und als Nachwirkungsbewegungen bezeichnet werden. Allein diese werden immer schwächer, so dass am zweiten Abend die Blättchen schon nicht mehr zusammenklappen, am dritten Morgen dieselben sich schon nicht mehr horizontal legen, bis sie endlich geöffnet stehen bleiben, der Blattstiel fast horizontal vom Stamme absteht und nun die Pflanze auch gegen Reiz unempfindlich ist. An das Licht gebracht, tritt dann oft erst nach einigen Tagen die Beweglichkeit wieder ein.

7. Die Fortpflanzung.

341. Die Fortdauer der Pflanzenformen wird in erster Linie dadurch mit bedingt, dass sich vom Körper einer Pflanze bestimmte Theile loslösen, welche im Stande sind, unter günstigen Existenzbedingungen ein selbständiges Leben zu beginnen und sich zu einem der Mutterpflanze ähnlichen Individuum zu entwickeln. Da eine Pflanze gewöhnlich mehrere oder viele solcher Fortpflanzungsorgane zu erzeugen vermag, so ist mit der Fortpflanzung auch eine Vermehrung der Individuen einer Art verbunden. Die verschiedenen Arten der Fortpflanzung lassen sich als ungeschlechtliche und geschlechtliche unterscheiden.

342. Die ungeschlechtliche (asexuelle) Fortpflanzung ist dadurch charakterisirt, dass der von der Mutterpflanze sich ablösende Theil ohne Mithülfe eines anderen Organes sich zur neuen Pflanze entwickelt. Dieses wird in der verschiedensten Weise erreicht. Manche Pflanzen zeichnen sich dadurch aus, dass ihre Axen von hinten her absterben und verwesen und dass in Folge dessen die Verzweigungen derselben zu isolirten Pflanzen

werden (Moose — viele Rhizome und kriechende Stengel — Ausläufer). Von anderen Pflanzen lassen sich abgeschnittene Zweige als Stecklinge behandeln und zu neuen Individuen erziehen (§ 187 — Weiden, Pappeln, viele Zierpflanzen); oder Zweige entwickeln sich als Absenker, wenn sie noch in Verbindung mit der Mutterpflanze in die Erde hinabgebogen und erst abgeschnitten werden, nachdem sie sich bewurzelt haben (Nelken). Die schon im § 21 erwähnten Brutknospen gehören ebenfalls hierher. Dieselben bilden sich nicht nur bei Gefässpflanzen, sondern auch bei zahlreichen Moosen. Ebenso erzeugen Adventivknospen sehr häufig neue Individuen, besonders wenn sie sich in Wurzeln entwickeln, oder wenn ihre Bildung in Blättern durch geeignete Behandlung veranlasst wird (§ 20). Bei den Flechten lösen sich aus dem Thallus ganze Gruppen von Algen, von einer Anzahl Pilzhyphen umsponnen, als sogenannte Soredien los, um unter günstigen Vegetationsbedingungen zu einem neuen Flechtenthallus heranzuwachsen. Manche der niedrigst organisirten einzelligen Thallophyten endlich vermehren sich nur durch einfache Theilung der Zelle. — Alle eben erwähnten Arten der ungeschlechtlichen Fortpflanzung werden auch wohl als vegetative Vermehrung bezeichnet.

343. Ihnen gegenüber steht bei den Kryptogamen eine ungeschlechtliche Fortpflanzung im engeren Sinne, welche durch Erzeugung besonderer Organe erfolgt, die sich vorher nicht an vegetativen Processen betheiligen, sondern nur der Fortpflanzung dienen. Diese Fortpflanzungsorgane werden im Allgemeinen wohl als Sporen bezeichnet, im Besonderen jedoch je nach Bau, Entwickelung u. s. w. mit speciellen Namen belegt.

Die Sporen im engeren Sinne sind meist einzelne, selten (manche Pilze und Flechten) zu kleinen Gruppen verbundene Zellen. Sie entwickeln sich durch verschiedene Art der Zellbildung im Inneren anderer Zellen (wie in den Sporenschläuchen der Ascomyceten) oder kapselartiger Organe (Sporangium der Farne — Sporogonium der Moose), und ihr Auftreten bezeichnet immer das Ende eines bestimmten Entwickelungsabschnittes, einer Generation im Leben der betreffenden Pflanze, ihre weitere Entwickelung den Beginn einer zweiten Generation.

344. Die Brutzellen sind ebenfalls nur in der Minderzahl der Fälle zu kleinen Zellengruppen vereinigt; gewöhnlich sind sie einzelne freie Zellen, welche durch Sprossung und Abschnürung (Gonidien der Pilze etc.), seltener im Inneren von Mutterzellen (Mucor) gebildet werden. Sie erzeugen durch ihre Keimung immer wieder nur die betreffende Generation, der sie entsprossen waren. Von Brutknospen sind sie nicht immer strenge zu unterscheiden, da zwischen ihnen und diesen Bindeglieder existiren (Lebermoose).

Als Schwärmzellen (Schwärmsporen) werden Primordialzellen (§ 57) bezeichnet, welche sich selbständig mit Hülfe von Plasmawimpern bewegen (§ 64). Sie finden sich bei einer grossen Anzahl von Algen und bei einzelnen Pilzen (z. B. Saprolegnieen) und erzeugen auch unmittelbar wieder die Generation, aus der sie entstanden waren.

345. Das Wesen der geschlechtlichen (sexuellen) Fortpflanzung spricht sich darin aus, dass bei ihr zwei Zellen in Wechselwirkung treten müssen, um eine neue entwickelungsfähige Zelle zu erzeugen, wäh-

rend jede der beiden Geschlechtszellen für sich allein sich nicht weiter zu entwickeln vermag. Nur bei den niedrigst organisirten Thallophyten (Cyanophyceen, Bacteriaceen, Saccharomyceten etc.) existirt eine geschlechtliche Fortpflanzung nicht. Wo sie zum ersten Male auftritt, sind es im Wesentlichen gleich gestaltete, meistens gleich grosse und sich bei der Vereinigung ganz gleich verhaltende Zellen (Gameten, Isogameten), welche die Befruchtung (isogame Befruchtung) ausführen, zuerst Schwärmzellen, die dann als Planogameten bezeichnet werden (Pandorina), dann unbewegliche Zellen oder Aplanogameten (Spirogyra), wie sie uns in den Classen der Algen und Pilze entgegentreten. Das Product des als Copulation oder Conjugation bezeichneten Geschlechtsactes ist die Zygote (Zygospore). In den allermeisten Fällen jedoch sind die als männlich und weiblich bezeichneten Geschlechtszellen von ungleicher Gestalt und auch ungleicher Grösse oder sonst ungleicher Beschaffenheit.

346. Bei den hierher gehörenden Kryptogamen ist die unbewegliche weibliche Zelle stets grösser, als die sich mit ihr vereinigende männliche. Die weibliche Zelle ist ferner meistens ein nacktes Ei, das in dem sie erzeugenden aber sich öffnenden oder vom männlichen Organe durchbohrten weiblichen Organe eingeschlossen bleibt, selten vor der Befruchtung ausgestossen wird (Fucaceen); selten ist sie eine mit Membran versehene Zelle (Florideen, Ascomyceten). Die männlichen Zellen sind in der Regel hautlose und wie Schwärmzellen mit Hülfe von Plasmawimpern frei bewegliche Spermatozoiden. In anderen Fällen sind sie unbeweglich und von einer Membran umgeben. Sie werden dann passiv durch das Wasser dem weiblichen Organe entgegengeführt (Florideen, Flechten), oder sie wachsen zum weiblichen Organe hin und senden in dieses hinein zur Eizelle einen die Uebertragung des Befruchtungsstoffes vermittelnden Fortsatz (Peronosporeen, Saprolegnieen). Die sonstigen Eigenthümlichkeiten der Sexualorgane der Kryptogamen sollen bei den einzelnen Ordnungen und Familien weiter erörtert werden.

347. In der Gruppe der Phanerogamen ist das gegenseitige Verhältniss der beiderlei Geschlechtszellen ein in allen Abtheilungen mehr übereinstimmendes. Das Ei liegt als nackte Zelle unbeweglich im Embryosacke der Samenknospe, die nur in seltenen Fällen ohne weitere Umhüllung ist, d. h. nicht von einem Fruchtknoten umschlossen wird (Gymnospermen). Die mit derber Membran versehene männliche Zelle, das Pollenkorn, wird passiv der Narbe des weiblichen Organes (des Pistilles — Angiospermen), seltener sofort der Mikropyle der Samenknospe (Gymnospermen) zugeführt. Hier entwickelt sie durch Auswachsen einer innersten zarten Membranlamelle den Pollenschlauch, der mit seiner Spitze bis zum Eiapparat hinwächst und auf diesen seinen befruchtenden Inhalt überträgt.

348. Da keine der beiden Geschlechtszellen für sich allein weiter entwickelungsfähig ist (vgl. jedoch § 349), d. h. da aus keiner für sich allein eine neue Pflanze entsteht, wohl aber eine solche von der weiblichen Zelle erzeugt wird, wenn beide in Wechselwirkung treten, so darf man annehmen, dass durch die männliche Zelle der weiblichen ein befruchtender Stoff zugeführt wird, welcher in der weiblichen Zelle einen neuen Entwickelungsprocess anregt. Eine directe Vereinigung der Plasmamassen der Geschlechts-

zellen wurde bei vielen Algen (Conjugaten, Oedogonium, Vaucheria), verschiedenen Pilzen (Peronosporeen), bei Moosen und Farnen beobachtet, und in den Fällen, in welchen eine der beiden Geschlechtszellen von einer geschlossen bleibenden Membran umgeben ist, darf gewiss auf eine Wechselwirkung auf diosmotischem Wege geschlossen werden.

Bei den meisten Pflanzen veranlasst die Befruchtung nicht allein die weitere Entwickelung der Eizelle; sie ruft auch im weiblichen Organe Veränderungen hervor, die ohne sie gewöhnlich nicht eintreten, wie die Bildung der Frucht und des Samens bei den Phanerogamen u. s. w.

349. Nur in wenigen Fällen wird eine Weiterentwickelung der Eizellen beobachtet, auch ohne dass eine Befruchtung eingetreten wäre: Parthenogenesis. Die einzig sicheren derartigen Beispiele sind unter den Kryptogamen bei Chara crinita und Saprolegnieen bekannt. Der Mangel der Befruchtung beruht hier auf völliger Unterdrückung der männlichen Organe an der monöcischen oder diöcischen Pflanze. Bei den Saprolegnieen tritt diese bei fortgesetzter Cultur unter allmählicher Verkleinerung der Pflanzen ein, und ihre parthenogenetisch entwickelte Dauerspore keimt nach kürzerer Ruheperiode, als die aus der befruchteten Eizelle hervorgegangene.

350. Die Erzeugung von Sporen und Geschlechtszellen ist zumal bei den höher organisirten Kryptogamen mit einem Generationswechsel verbunden: die gesammte Entwickelung sondert sich in zwei Abschnitte in der Weise, dass der eine mit der Entwickelung der Geschlechtsorgane schliesst, der zweite mit der Weiterentwickelung der befruchteten Eizelle beginnt und mit der Erzeugung von Sporen endet. Bei den Moosen geht aus der Spore ein meist fadenförmiges, aus verzweigten Zellenreihen bestehendes Gebilde, der Vorkeim, hervor, an welchem sich durch Knospenbildung das beblätterte Moospflänzchen entwickelt. Dieses producirt die als Archegonien und Antheridien bezeichneten Geschlechtsorgane. Die befruchtete Eizelle des Archegoniums aber erzeugt nun einen Embryo, das Sporogonium, in welchem wieder die den Vorkeim entwickelnden Sporen herangebildet werden. Bei den Farnen entstehen die sporenerzeugenden Sporangien auf der beblätterten Pflanze, die Geschlechtsorgane auf dem thallusartigen Vorkeime. Letzterer entspricht als Geschlechtsgeneration dem Vorkeime sammt der beblätterten Moospflanze, das entwickelte Farnkraut als geschlechtslose Generation dem Sporogonium der Moose. Bei den höher entwickelten Gefässkryptogamen wird der Generationswechsel mehr und mehr verwischt, bis er bei den Phanerogamen sich schliesslich auf die Ausbildung eines eigenthümlichen Gewebes oder einer Zellengruppe im Embryosacke der Samenknospe beschränkt. Bezüglich weiterer Einzelheiten ist neben den speciellen Abschnitten des Buches auch schon die folgende Uebersicht zu vergleichen.

Auch in der Gruppe der Thallophyten tritt oft ein Generationswechsel, zumal bei manchen Formen, mehr oder weniger scharf hervor.

Zweiter Theil.

Specielle Morphologie und Systematik.

351. Gestützt auf morphologische und die in den §§ 341—350 kurz erörterten Verhältnisse der Fortpflanzung, bringt man zur Zeit die gesammten Pflanzen in folgende Hauptgruppen unter.

I. Abtheilung. Sporophyta, Sporenpflanzen. (Cryptogamae.) Die Fortpflanzung geschieht durch Sporen (sporae), d. h. durch meist mikroskopisch kleine einzellige, seltener aus mehreren Zellen zusammengesetzte Organe, denen jede Anlage zu einem Keimlinge oder Embryo fehlt, deren Inhalt vielmehr das gewöhnliche Zellenplasma ist, deren Keimung daher in einer von der bekannten Keimung der Samenpflanzen gänzlich abweichenden Weise erfolgt.

1. Gruppe. Thallophyta, Lager- oder Laubpflanzen. Pflanzen ohne Gliederung in Axe und Blätter, ohne Wurzeln, ohne Fibrovasalstränge, häufig auch ohne deutlichen Generationswechsel, ihr Vegetationskörper einen Thallus oder ein Lager (Laub, frons) bildend. Geschlechtliche Fortpflanzung in verschiedener Weise stattfindend oder auch nicht vorhanden.

1. Algae, Algen.
2. Fungi, Pilze (mit Einschluss der Flechten oder Lichenen).

2. Gruppe. Muscineae (Bryophyta), Moose. An einem aus der Spore bei deren Keimung sich entwickelnden Vorkeime entsteht durch Knospenbildung die mit selteneren Ausnahmen in Axe und Blätter gegliederte, aber nie Wurzeln und ebenso keine Fibrovasalstränge entwickelnde Pflanze, welche die Geschlechtsorgane (Antheridien als männliche, die Spermatozoiden erzeugende — die das Ei enthaltenden Archegonien als weibliche) trägt. Aus dem Ei entsteht in Folge der Befruchtung als ungeschlechtliche Generation das Sporogonium: ein meist gestieltes, kapselartiges Gebilde (Mooskapsel), welches von der Geschlechtspflanze ernährt wird und in seinem Inneren die Sporen erzeugt.

1. Hepaticae, Lebermoose.
2. Musci, Laubmoose.

3. Gruppe. Pteridophyta, Farnpflanzen. (Cryptogamae vasculares, Gefässkryptogamen.) Aus der Spore entsteht der die Geschlechtsorgane (Antheridien und Archegonien) tragende Vorkeim Prothallium). Aus der befruchteten Eizelle entwickelt sich als ungeschlechtliche Generation die mit Fibrovasalsträngen versehene, in Stamm, Blätter und Wurzeln gegliederte, in Sporangien die Sporen erzeugende Pflanze. Während von den hierher gehörenden Ordnungen der:

1. Filicinae, Farnkräuter,
2. Equisetinae, Schachtelhalme,
3. Lycopodinae, Bärlappe,

die (lebenden) Equisetinen isospor sind, d. h. nur einerlei Sporen von

gleicher Grösse und Form besitzen, welche sowohl männliche (nur Antheridien tragende), als auch weibliche (die Archegonien entwickelnde) Prothallien liefern, kommen in den Reihen der Filicinen und Lycopodinen neben isosporen (beiderlei Geschlechtsorgane meist auf demselben Vorkeime tragenden) auch heterospore Ordnungen vor, welche zweierlei durch ihre Grösse und häufig zugleich auch in der Form verschiedene Sporen erzeugen: in Mikrosporangien die männlichen Mikrosporen, deren rudimentäres Prothallium die Spermatozoiden entwickelt — und in Makrosporangien die weiblichen Makrosporen, deren Prothallium die Archegonien trägt.

II. Abtheilung. Spermaphyta (Plantae seminiferae), Samenpflanzen. (Phanerogamae. Anthophyta, Blüthenpflanzen.) Die mit Fibrovasalsträngen versehene, in Wurzeln, Stamm und Blätter gegliederte Pflanze trägt Blüthen, die an mehr oder minder metamorphosirten Blattgebilden (den Staubblättern oder Staubgefässen) als männliche Organe die den Mikrosporangien entsprechenden Pollensäcke mit Pollenzellen (Mikrosporen) entwickeln, — als weibliche Organe die Samenknospen (Makrosporangien) erzeugen, welche in ihrem sogenannten Keim- oder Embryosacke (der Makrospore) das Ei (oder mehrere Eier) einschliessen. Die aus den Pollensäcken verstäubenden, meist durch fremde Kräfte zu den weiblichen Organen gelangenden Pollenzellen (Mikrosporen) bilden bei der Keimung ein sehr rudimentäres Prothallium, aber keine Spermatozoiden mehr, sondern entwickeln statt der letzteren den bis zum Embryosacke wachsenden, das befruchtende Plasma mitführenden Pollenschlauch. Die Samenknospe bildet sich nach erfolgter Befruchtung zum Samen um, während das Ei den im Samen liegenden Keimling oder Embryo erzeugt: eine mehr oder weniger entwickelte junge Pflanze, welche in den meisten Fällen schon die Gliederung in Wurzel und eine kleine beblätterte Axe zeigt und sich daher bei der Keimung des Samens direct weiterbildet.

4. Gruppe. Gymnospermae, nacktsamige Blüthenpflanzen. Die Samenknospen sind nackt, d. h. nicht in einen besonderen, durch die Verwachsung von Fruchtblättern gebildeten Behälter, den Fruchtknoten, eingeschlossen. Vor der Befruchtung entsteht im Embryosacke (Makrospore) ein Prothallium (hier als Endosperm bezeichnet), welches auf seinem Scheitel Archegonien erzeugt. Auch in der direct auf die Samenknospe gelangenden Pollenzelle wird schon vor der Verstäubung durch Auftreten fester Zellwände ein zwei- oder wenigzelliger Körper gebildet, dessen grösste Zelle zum Pollenschlauche auswächst, während die anderen kleineren als rudimentäres männliches Prothallium zu deuten sind. Die ersten Blätter (Keimblätter oder Cotyledonen) des Embryo bilden einen zwei- oder mehrgliederigen Wirtel.

1. Cycadeae.
2. Coniferae, Zapfenträger oder Nadelhölzer.
2. Gnetaceae.

5. Gruppe. Angiospermae, bedecktsamige Blüthenpflanzen. Die Samenknospen entstehen im Inneren eines von verwachsenen

Fruchtblättern (Carpellen oder Carpiden — bisweilen ist nur ein einziges, mit seinen sich einkrümmenden Rändern verwachsendes Carpell vorhanden) gebildeten Behälters, des Fruchtknotens. Im Scheitel des Embryosackes (Makrospore) entstehen vor der Befruchtung drei als Eiapparat bezeichnete nackte Zellen (drei auf je eine Zelle reducirte Archegonien?), von denen jedoch nur die eine das Ei ist und den Embryo erzeugt, die anderen beiden als „Gehülfinnen" den befruchtenden Stoff auf das Ei übertragen und dann zu Grunde gehen. Dem Eiapparate gegenüber treten im Grunde des Embryosackes drei mit Membran umhüllte Zellen als „Gegenfüsslerinnen oder Antipoden" (rudimentäres weibliches Prothallium) auf. Das Endosperm bildet sich erst nach der Befruchtung ohne Beihülfe der Gegenfüsslerinnen, ist daher nicht demjenigen der Gymnospermen gleichwerthig; es wird in vielen Fällen schon vor der völligen Ausbildung des Samens vom sich mächtig entwickelnden Embryo aufgesogen (der reife Same ist dann endospermlos), während es in anderen Fällen (bei weniger mächtiger Ausbildung des Embryo) ganz oder theilweise noch im reifen Samen enthalten ist (endospermhaltige Samen). In den nicht direct auf die Samenknospen, sondern auf die den Scheitel des Fruchtknotens (respective dessen Griffels) einnehmende Narbe gelangenden, von hier aus den Pollenschlauch in den Fruchtknoten abwärts treibenden Pollenzellen wird vor der Verstäubung meist nur eine und nicht durch feste Zellwand abgeschiedene Zelle als rudimentäres männliches Prothallium erzeugt.

1. Monocotyledoneae, Einsamenlappige. Der Embryo beginnt, weil er nur ein Keimblatt besitzt, mit abwechselnder Blattstellung. Same gewöhnlich mit stark entwickeltem Endosperm und relativ kleinem Embryo.

2. Dicotyledoneae, Zweisamenlappige. Die Keimblätter des Embryo bilden einen zweigliederigen Wirtel. Endosperm des Samens oft nur wenig entwickelt oder fehlend.

In den älteren Pflanzensystemen werden die Lagerpflanzen (Thallophyten) auch wohl als Hauptgruppe allen übrigen Gruppen gegenüber gestellt, die man dann zusammen als Axenpflanzen (Cormophyta) bezeichnet. Eine scharfe Trennung ist hier jedoch (wie übrigens in vielen anderen Fällen, in denen es sich um systematische Gruppirung von Gattungen, Familien etc. handelt) nicht möglich; vielmehr bieten einerseits die niedrigst organisirten Lebermoose mit ihrem noch als Thallus entwickelten Vegetationskörper Bindeglieder dar, während andererseits bei hoch entwickelten Algen eine Gliederung des Thallus eintritt, welche an die Gliederung typischer Cormophyten erinnert. Weiterhin wurden wohl die Thallophyten und Muscineen als Zellenpflanzen (Plantae cellulares) von den drei übrigen Gruppen, den Gefässpflanzen (Plantae vasculares) unterschieden, weil ihnen die Gefässe (sammt Fibrovasalbündeln) fehlen, ihr Gewebe daher nur aus gewöhnlichen „Zellen" besteht. Allein auch die Pteridophyten (Gefässkryptogamen) besitzen trotz ihrer Fibrovasalbündel nur in seltenen Ausnahmefällen echte Gefässe in denselben; vielmehr werden letztere hier durch lange und weite (gefässähnliche) Treppen-Tracheiden vertreten. Die

älteren Namen der Kryptogamen und Phanerogamen werden zweckmässiger durch die mehr zutreffenden der Sporen- und Samenpflanzen ersetzt. Muscineen, Pteridophyten und die sich an letztere eng anschliessenden Gymnospermen könnte man ferner wegen der ihnen eigenthümlichen Bildung der Archegonien auf mehr oder weniger entwickelten Prothallien sehr naturgemäss als eine Gruppe unter dem Namen der Archegoniaten zusammenfassen, wenn nicht auf anderer Seite die Gymnospermen sich wieder mehr den Angiospermen näherten.

I. Abtheilung. Sporophyta. Sporenpflanzen.

(Cryptogamae, Kryptogamen.)

I. Gruppe. Thallophyta. Lagerpflanzen.

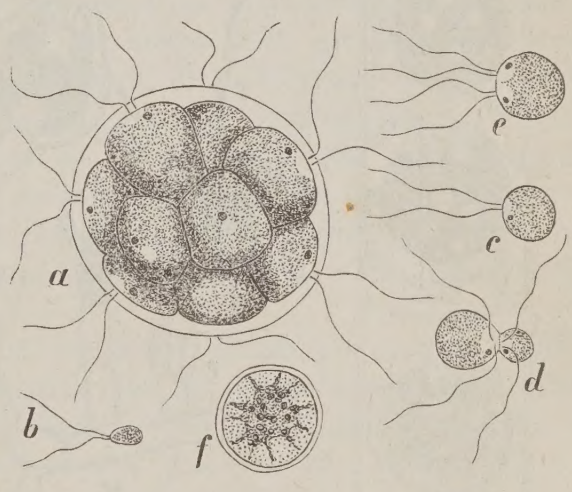
352. Der Körper der die Algen und Pilze (einschliesslich der Flechten) umfassenden Thallophyten ist ein Thallus (Thallom, Laub, Lager), der bei den niedersten Formen mit der einzelnen Zelle identisch ist, bei etwas höher organisirten Gliedern der Gruppe aus einer einfachen oder verzweigten Zellenreihe oder einer Zellenscheibe besteht, bei noch anderen Formen einen vielzelligen, oft mächtigen Gewebekörper bildet, der jedoch nie Fibrovasalstränge besitzt und meist auch der scharfen Differenzirung zwischen Haut- und Grundgewebe entbehrt. Eine Sonderung in Wurzel, Stamm und Blätter im Sinne der höheren Pflanzen fehlt, doch tritt bei den vollkommeneren Algen (Fucoideen, Florideen) oft eine Gliederung des Thallus ein, welche der Wurzel, dem Stamme und den Blättern habituell gleichende Organe liefert. In einzelnen Fällen, z. B. bei den Caulerpen, wird diese Differenzirung sogar von der einzelnen, sehr grossen Zelle durchgeführt.

353. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung fällt bei manchen Thallophyten (z. B. Desmidiaceen) mit der Zelltheilung zusammen; sie ist bei der Mehrzahl der Spaltpilze und vielen Spaltalgen sogar die ausgiebigste und oft allein vorhandene Art der Vermehrung. Bei zahlreichen Algen, selten bei Pilzen, wird sie ferner durch Schwärmzellen (Schwärmsporen, Zoosporen, § 64) vermittelt, welche durch Verjüngung oder Theilung des Plasmas einzeln oder zu mehreren bis vielen in gewöhnlichen vegetativen oder in abweichend gestalteten Zellen entstehen und meist durch eine in der Zellwand sich bildende Oeffnung (bisweilen zunächst noch von der innersten quellenden Membranschicht der Mutterzelle eingeschlossen) ausschwärmen. Sie sind hautlose Zellen von meist birnförmiger Gestalt, bei den Pilzen farblos, bei den Algen mit Ausnahme des hyalinen, farblosen Vorderendes (des „Schnabels“ oder der „Mundstelle“) grün oder braun gefärbt und häufig noch mit einem im vorderen Theile liegenden rothen Pigmentflecke versehen. Ihre die Bewegung vermittelnden Cilien (§ 64) sitzen am Vorderende meist zu zweien (die meisten grünen Algen), seltener einzeln (Euglena) oder zu vieren (Ulva, Ulothrix), oder sie sind zu zweien seitlich (Fucoideen) oder zu vielen kranzförmig (Oedogonium) am Grunde der farb-

losen Mundstelle angeheftet oder bedecken die ganze Oberfläche (Vaucheria). Bei der nur wenige Minuten bis in anderen Fällen stundenlang andauernden Bewegung, während welcher das farblose Vorderende voranschreitet, rotirt die Schwärmzelle um ihre Axe. Die sich schliesslich mit dem farblosen, zur Basis werdenden Ende festsetzende, ihre Cilien verlierende, sich mit Membran umhüllende Schwärmzelle wächst direct zur neuen Pflanze aus.

354. Organe der ungeschlechtlichen Fortpflanzung sind ferner nackte (Tetrasporen der Florideen) oder mit Membran umhüllte unbewegliche Brutzellen oder Gonidien (schlechthin auch Sporen genannt), welche entweder im Inneren von Zellen oder besonderen Behältern gebildet werden (Florideen, Mucor) oder durch Sprossung und Abschnürung an der Spitze von manchmal eigenthümlich gestalteten Aesten des Thallus entstehen (bei den meisten Pilzen, deren Brutzellen wohl auch als Conidien bezeichnet werden). Die Brutzellen keimen meist unmittelbar zum neuen Thallus aus; selten entwickeln sie aus ihrem Plasmainhalte erst Schwärmzellen (manche Peronosporeen). Endlich können sich bei manchen Lagerpflanzen (z. B. Nostocaceen) einzelne vegetative Zellen durch Umhüllung mit derber Membran in Dauerzellen umwandeln, wodurch sie befähigt werden, einen Ruhezustand einzugehen und während desselben äusseren schädlichen Einflüssen (besonders Austrocknung) kräftig zu widerstehen, um später unter Abstreifung der äusseren cuticularisirten Membranschichten oder Ausschlüpfen des Inhaltes weiter zu wachsen.

Fig. 57.



355. Mannigfaltiger gestaltet sich der Vorgang der geschlechtlichen Fortpflanzung, die jedoch einer Anzahl von Thallophyten (Spaltalgen und Spaltpilzen, Basidiomyceten etc.) gänzlich abgeht, von anderen Mitgliedern, bei denen sie muthmaasslich existirt, bis jetzt nicht nachgewiesen werden konnte. In der einfachsten Form tritt der Sexualact in der Weise auf, dass zwei (selten mehr) gleichartige oder nahezu gleichartige, nackte Gameten (§ 345) durch Copulation zu der sich mit Membran umhüllenden Zygote (Zygospore, § 345), verschmelzen, aus welcher seltener sofort, meist erst nach längerer Ruhezeit sich die neue Generation entweder direct oder unter Bildung von Schwärmzellen entwickelt. Die Copulation gleichgestalteter Gameten oder Isogameten wird als isogame Befruchtung bezeichnet. Die Isogameten können Planogameten sein, d. h. Form, Bau und freie Beweglichkeit von Schwärmzellen haben (mit denen sie vielfach

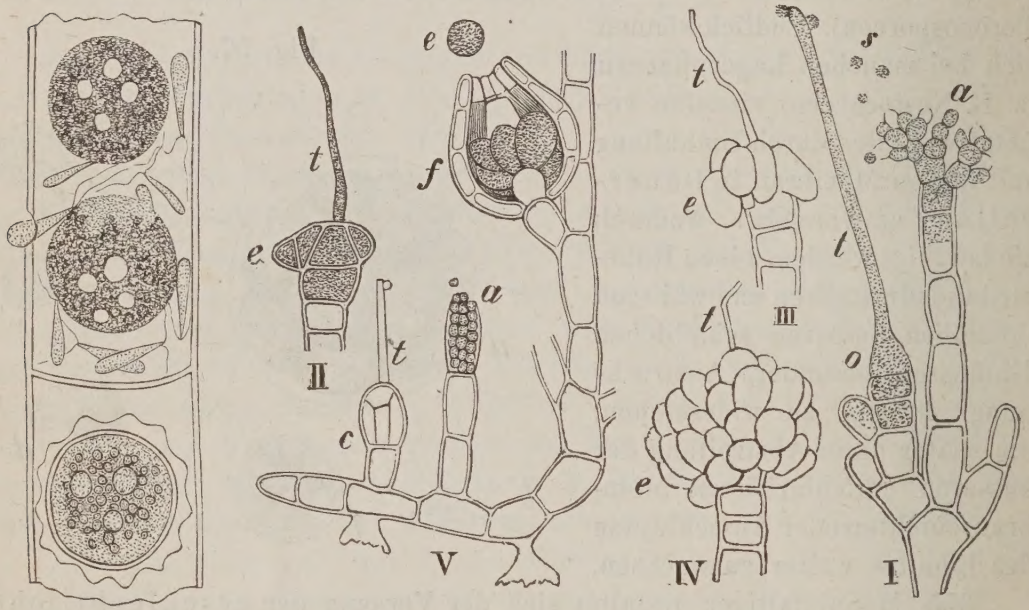
---

Fig. 57. Pandorina Morum. Vergr. 500. *a* Schwärmende Familie, *b* und *c* Schwärmzellen, *d* in Copulation begriffene Planogameten, *e* Planogameten nach vollendeter Copulation, *f* Zygote.

verwechselt wurden, von denen sie sich aber stets durch die einzugehende Copulation unterscheiden). Sie copuliren dann gewöhnlich in der Weise, dass sie zu zwei (selten mehr) sich einander nähern, mit den Mundstellen berühren (Fig 57 *d*) und von hier aus zu einem einzigen Körper (der Zygote) verschmelzen (Fig. 57 *e*), der anfänglich noch vier Cilien und zwei Pigmentflecken erkennen lässt, in diesem Zustande auch noch einige Zeit umherschwärmen kann (z. B. bei Chlorochytrium Lemnae), gewöhnlich aber sofort zur Ruhe kommt, die Cilien verliert, sich mit Membran umhüllt (Fig. 57 *f*) und unter Umständen während der Ruhezeit noch langsam wächst.

In anderen Fällen sind die copulirenden Isogameten unbewegliche Aplanogameten, als welche sie z. B. bei den Conjugaten unter den Algen auftreten. Bei der zu diesen gehörenden Spirogyra findet die Zygotenbildung in der im § 111 auf S. 153 beschriebenen, durch Fig. 21 erläuterten Weise

Fig. 58. Fig. 59.



statt. — In beiden Fällen isogamer Befruchtung sind beide Gameten meist in gleicher Weise an der Zygotenbildung betheiligt, keine lässt sich direct als weiblich oder männlich bezeichnen; höchstens kann bei Spirogyra und in ähnlichen Fällen die in der einen bisweilen in Grösse und Form etwas abweichenden Zelle liegen bleibende Gamete als die weibliche, die übertretende als männliche aufgefasst werden.

356. Treten die beiderlei Gameten in verschiedener Form und Grösse auf, so redet man von heterogamer oder oogamer Befruchtung und bezeichnet die männlichen Gameten als Spermatozoiden, die weiblichen als

---

Fig. 58. Sphaeroplea annulina Ag. Bruchstück zweier Zellen, in der oberen Eier und Spermatozoiden, in der unteren eine reife Eispore. Vergr. 500. Nach Cohn.

Fig. 59. I—IV. Nemalion multifidum, nach Thuret und Bornet: I Zweig mit Procarpium (*o*), mit dessen Trichogyne (*t*) zwei der aus den Antheridien (*a*) entleerten Spermatien (*s*) copuliren; II—IV fortschreitende Entwickelung der Sporen (*e*). — V. Lejolisia mediterranea, nach Bornet, mit Antheridium (*a*), Procarpium (*c*) und halbirter reifer Frucht (*f*); *e* Spore.

Eier. Die gewöhnlich zu vielen in als Antheridien bezeichneten Zellen durch Theilung des Protoplasmas gebildeten Spermatozoiden sind fast immer um das Vielfache kleiner als die Eier, gewöhnlich den Schwärmzellen gleich oder ähnlich gebaut (z. B. bei Sphaeroplea annulina, Fig. 58), wie diese frei beweglich, aber häufig anders gefärbt (gelb) oder gewöhnlich fast oder ganz farblos. Die einzeln oder zu mehreren aus dem gesammten Plasma oder einem Theile desselben entstehenden Eier, welche bei vielen Algen eine besondere farblose, das Spermatozoid aufnehmende und daher als Empfängnissfleck bezeichnete Stelle besitzen (Fig. 58, unteres Ei), bleiben meist unbeweglich in der sie erzeugenden Zelle, dem Oogonium liegen; selten werden sie von letzterem ausgestossen und ausserhalb befruchtet (Fucaceae). Der Befruchtungsact besteht in den sicher beobachteten Fällen in der vollständigen Verschmelzung von Spermatozoiden (von denen eines genügt) und Ei. Letzteres umhüllt sich darauf mit einer Membran und wird dadurch zur Eispore (Oospore), die entweder sofort (Fucaceae) oder meist nach längerer Ruhezeit keimt, entweder direct wieder eine Pflanze erzeugend (Vaucheria), oder aus ihrem Plasma Schwärmzellen entwickelnd (Oedogonium).

Eine scharfe Trennung dieser auf den ersten Blick gut unterschiedenen Befruchtungsarten ist indessen nicht möglich, da Uebergänge existiren, von denen einzelne unter den verschiedenen Familien kurz angedeutet werden sollen. Als auffallendes Beispiel sei an dieser Stelle nur kurz des Geschlechtsactes der Peronosporeen gedacht, bei welchem das Antheridium einen Befruchtungsschlauch in das Oogonium treibt, jedoch keine Spermatozoiden entwickelt, wohl aber in gewissen Fällen sichtbar einen Theil seines Plasmas an das Ei abgiebt.

357. Während in den bis jetzt erwähnten Fällen die Zygote (Spore) ein unmittelbares Product des Gechlechtsactes ist, vollzieht sich der letztere bei den Florideen in abweichender Weise. Hier functionirt als weiblicher Apparat ein ein- oder mehrzelliges Procarpium (Fig. 59, I u. V, *o* und *c*), dessen hals- oder haarartig verlängerter Theil als Trichogyne (Fig. 59, *t*) bezeichnet wird. Die in Antheridien erzeugten bewegungslosen Spermatien (Fig. 59, I *s*) werden der Trichogyne passiv zugeführt, copuliren mit der Spitze derselben und veranlassen dadurch das Procarp zur Bildung eines verschieden gestalteten Zellenkörpers, der Sporenfrucht (Sporocarpium — Fig. 59, III u. IV *e*), welche oft noch eine besondere Umhüllung erhält (Fig. V *f*) und deren Zellen alle oder zum Theil je eine Carpospore als Fortpflanzungszelle bilden. Mit denjenigen der Florideen stimmen auch die Geschlechtsorgane der zu den Schlauchpilzen gehörenden Flechten in wesentlichen Punkten überein. Andere Schlauchpilze dagegen verhalten sich bezüglich der Entwickelung ihrer Sporenfrüchte abweichend. Bei Erysiphe z. B. bilden sich auf dem sich zur Fruchtentwickelung anschickenden Thallus zwei Aeste, von denen der stärkere das sogenannte Archicarpium ist (Fig. 60, A *c*), der andere, schlankere, sich ihm dicht anschmiegende Ast (Fig. 60, A *p*) an seinem Scheitel durch eine Querwand das Antheridium (Fig. 60, B *p*) abgrenzt, das jedoch keine Spermatozoiden erzeugt, auch einen befruchtenden Stoff nicht nachweisbar übertreten lässt. Am Grunde des Archicarps hervorsprossende Zellenfäden schliessen um dasselbe zuletzt zu einer

Hülle zusammen (Fig. 60 B—D), so die hier als Perithecium bezeichnete Sporenfrucht bildend, innerhalb welcher in den allermeisten Fällen die Sporen in Schläuchen erzeugt werden, welche in verschiedener Anzahl aus dem Archicarp hervorsprossen.

358. Sehr schwierig ist zur Zeit eine in allen Punkten völlig naturgemässe systematische Eintheilung der Thallophyten. Schliesst man aus der althergebrachten Gruppirung in Algen, Pilze und Flechten die letzteren als auf Algen parasitisch lebende und diese in ihren Thallus einschliessende Pilze (fast ausschliesslich den Schlauchpilzen angehörend) aus, so bleiben als zwei grosse Classen die Algen und Pilze, die sich dann nur durch das eine Merkmal unterscheiden lassen, dass die Algen als chlorophyllhaltige Lagerpflanzen zu assimiliren vermögen, daher nicht als Parasiten oder Saprophyten zu leben brauchen, während die Pilze als chlorophylllose Lagerpflanzen keiner Assimilation fähig, daher als Parasiten oder Saprophyten (§ 96, 231, 232) zu leben gezwungen sind. Wenn nun auf der einen Seite bei der systematischen Gruppirung der Blüthenpflanzen Niemand Anstoss nimmt, die allerdings in der Minderzahl sich befindenden chlorophyllfreien Formen dieser Abtheilung den übrigen Familien nach Maassgabe vorzüglich ihres Blüthenbaues, der Frucht- und Samenbildung einzureihen, auf Fehlen oder Vorhandensein des Chlorophylls also keinen Werth legt, — so sollte ein gleicher Grundsatz auch in der Systematik der Thallophyten Anwendung finden. In der That giebt es Systeme, in denen Algen und Pilze in jeder der nach den Fortpflanzungsverhältnissen allein festgestellten Classen (Protophyten ohne geschlechtliche Fortpflanzung, Zygosporeen, Oosporeen, Carposporeen) neben einander stehen. Allein diese haben sich auf Grund neuerer Forschungen als in mancher Beziehung unnatürlich erwiesen, wenn auch auf anderer Seite noch heute z. B. die Spaltpilze (Schizomycetes) neben den Spaltalgen (Schizophyceae) in einer gemeinsamen Gruppe der Spaltpflanzen (Schizophyta) ihren besten Platz finden. Es bleibt eben zu beachten, dass (abgesehen von der noch sehr lückenhaften Kenntniss der Entwickelungsgeschichte der Thallophyten) manche Ordnungen oder Familien gleichzeitig Beziehungen zu mehreren anderen, andere Reihen zur Zeit gar keinen Anschluss an bekannte Formen zeigen, dass nahe verwandte Formen oft verschiedene Arten der geschlechtlichen Fortpflanzung

Fig. 60.

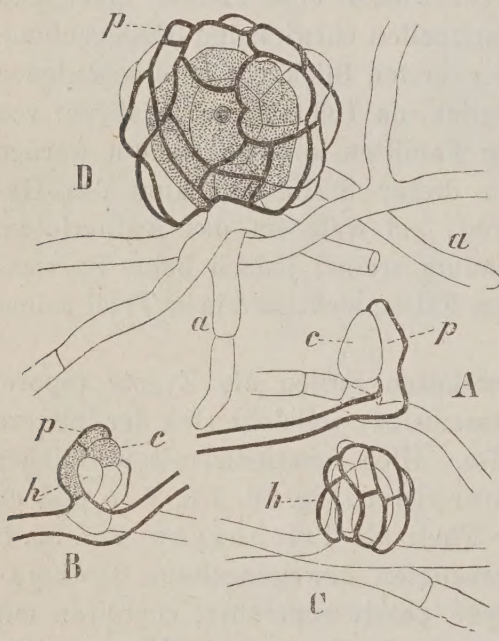


Fig. 60. Erysiphe Cichoracearum (Vergr. 390) nach De Bary. A Anlage der Geschlechtsorgane. B Anlage des Peritheciums. C Dasselbe schon geschlossen. D Halbreifes Perithecium, welches den Inhalt durchscheinen lässt. — *p* Antheridium, *c* Archicarpium, *h* Hüllschläuche des Peritheciums, *a* Anhängsel desselben.

aufweisen u. s. w., dass hier, wie anderwärts, die Organismen naturgemäss sich nicht als die Glieder einer langen Kette ordnen lassen, dass die kleineren und grösseren Ordnungen, Familien und Gattungen sich vielmehr wie die in verschiedenen Höhen aus einander hervorsprossenden Zweige und Aeste eines Baumes verhalten, die schliesslich doch einem gemeinsamen Stamme entspringen, einem Stamme, der bei vielen der bereits aufgestellten Stammbäume allerdings oft mehr als hypothetisch ist. Nimmt man gewisse, in ihren Verwandtschaftsverhältnissen Schwierigkeiten bietende Ordnungen (Myxomyceten, Schizophyten, Bacillariaceen, Characeen) aus, so stellen die übrigen Lagerpflanzen zwei aus unter sich zusammenhängenden Formen gebildete Reihen dar, von denen die eine nur Algen, die andere nur Pilze enthält. Diese Reihen oder Classen sollen hier gesondert aufgeführt, die systematisch unsicheren Ordnungen an passenden Stellen eingereiht werden.

I. Classe. Algae. Algen.

359. Die Algen sind im Wasser, selten an feuchten Orten auf der Erde lebende chlorophyllhaltige und daher assimilirende Thallophyten, deren grüner Farbstoff allerdings in vielen Fällen durch andere Farbstoffe derartig verdeckt ist, dass er erst nach Entfernung der letzteren (durch Behandlung der todten Pflanze mittels kalten oder warmen Wassers, verdünnten Alkohols etc.) sichtbar wird. Jede der in § 361 aufgeführten Ordnungen beginnt im Aufbau des Thallus mit sehr einfachen, oft einzelligen Formen, doch bleiben im letzteren Falle die einzelligen Individuen häufig zu Familien oder Coenobien verbunden (Volvocineae, Zygnemaceae etc.), die bei den Volvocineen sogar mittels der auch den vegetativen Zellen eigenthümlichen Cilien im Wasser schwärmend sich bewegen. In einzelnen Fällen zeigt der dann oft mächtig entwickelte einzellige Thallus eine Differenzirung der Zelle in wurzel-, stengel- und blattartige Aussackungen (Caulerpa). Andere Algen bauen ihren Thallus aus verschieden gestalteten, meist cylindrischen Zellen in Form einfacher (Oedogonium, Conferva) oder verzweigter Zellenfäden (Cladophora) auf; oder die Zellen bilden in einfacher oder doppelter Schicht haut- oder blattartige, bisweilen sackartig hohl werdende Platten (Ulvaceen) oder endlich in allen Abstufungen mehr oder minder mächtige Gewebekörper von oft eigenthümlicher Gliederung, wie die meisten Roth- und Braunalgen.

360. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung findet manchmal nur durch Theilung der Zelle (Chroococcaceae, Desmidiaceae) oder dadurch statt, dass der Zellenfaden in Stücke zerfällt (Nostocaceae, Oscillariaceae). Die meisten Chlorophyceen entwickeln grüne Schwärmzellen in sehr verschiedener Anzahl und bei den Florideen findet eine ungeschlechtliche Vermehrung durch die schon (§ 354) erwähnten Brutzellen statt. Encystirung oder Bildung von Dauerzellen (§ 354) kommt bei verschiedenen Algenformen vor.

Die geschlechtliche Fortpflanzung geht den niedersten Formen (Spaltalgen, vielen Bacillariaceen) ganz ab, tritt in der einfachsten Gestalt als Copulation von Isogameten auf (§ 355), findet bei höherer Entwickelung

oogam statt (§ 356) und ist bei den höchst organisirten Mitgliedern an die Entwickelung eines Procarps gebunden (§ 357). In den einzelnen Ordnungen oder deren Familien begegnet man dabei meist einer oft allmählichen Steigerung der Sexualverhältnisse von einfacheren zu complicirteren Formen, wie andererseits gewisse Ordnungen durch ganz bestimmte Fortpflanzungsweisen charakterisirt sind.

361. Auf Grundlage der wesentlichsten Unterschiede in der geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Fortpflanzung und unter Berücksichtigung des Umstandes, dass gewisse im Zellinhalte auftretende Farbstoffe ganzen Ordnungen eigenthümlich sind und ihren Mitgliedern ein eigenes, selbst dem Laien auffallendes Aussehen verleihen, lässt sich die Classe der Algen in folgende Ordnungen gliedern:

I. **Cyanophyceae (Schizophyceae).** Geschlechtliche Fortpflanzung fehlt, ebenso (mit einer einzigen Ausnahme) die Bildung von Schwärmzellen; vegetative Vermehrung durch Theilung der Zelle oder Zerfallen der Zellenfäden. Chlorophyll durch wechselnde Mengen von Phycocyan und Phycoxanthin verdeckt, Färbung daher von Gelb und Braun durch Spangrün bis Violett und Blauschwarz wechselnd.

II. **Bacillariaceae (Diatomaceae).** Einzellige Algen, deren stark verkieselte Membran aus zwei mit den Rändern schachtelartig über einander geschobenen, nicht organisch verbundenen Hälften besteht. Schwärmzellen fehlend. Vegetative Vermehrung durch Zelltheilung unter allmählicher Grössenabnahme eines Theiles der Zellen. Bildung von Auxosporen auf ungeschlechtlichem Wege oder durch Copulation von Aplanogameten. Chlorophyll durch das braune Diatomin verdeckt.

III. **Chlorophyceae.** Ungeschlechtliche Vermehrung selten nur durch Zelltheilung, meist durch grüne Schwärmzellen mit 2 und dann stets auf der Spitze des Schnabels sitzenden, oder mit 4 bis vielen Cilien. Geschlechtliche Fortpflanzung isogam und oogam in den verschiedensten Abstufungen. Chlorophyll nicht durch andere Farbstoffe verdeckt, Thallus daher rein grün.

IV. **Phaeophyceae (Fucoideae).** Ungeschlechtliche Vermehrung durch braune Schwärmzellen mit zwei am Grunde des Schnabels entspringenden Cilien. Geschlechtliche Fortpflanzung isogam oder oogam. Chlorophyll durch das braune Phycophaein verdeckt. Meeresbewohner.

V. **Rhodophyceae (Florideae).** Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch nackte, unbewegliche Brutzellen (Tetrasporen). Geschlechtliche Fortpflanzung durch Copulation unbeweglicher Spermatien mit der Trichogyne eines Procarps; letzteres in Folge dessen eine Sporenfrucht mit Carposporen erzeugend. Chlorophyll durch Phycoerythrin verdeckt. Mit wenigen Ausnahmen Meeresbewohner.

1. Ordnung. Cyanophyceae.

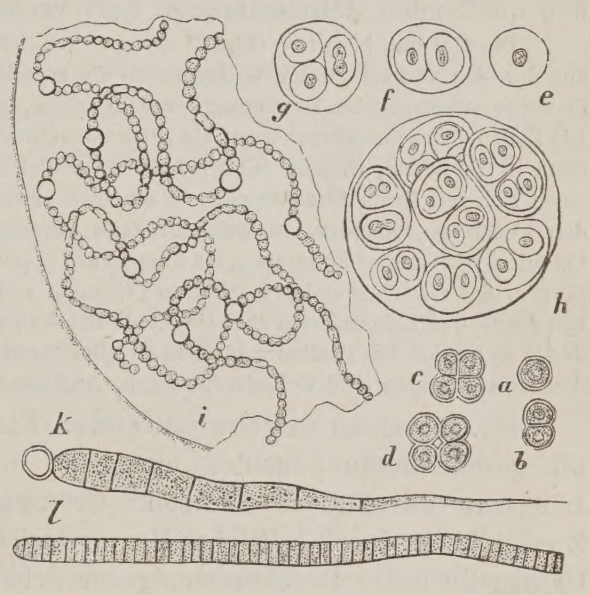
(Phycochromaceae, Schizophyceae, Spaltalgen).

362. Bewohner des süssen und salzigen Wassers oder feuchten Bodens, ausgezeichnet durch gelbe, braune, spangrüne, stahlblaue oder violette bis blauschwarze Färbung, welche durch das das Chlorophyll verdeckende Phycocyan (Phycochrom) veranlasst wird. Dasselbe ist (aus todten, zerriebenen Pflanzen) im Wasser mit blauer Farbe löslich, fluorescirt carminroth, wird aus seiner Lösung durch Alkohol, Säuren und Metallsalze als blaue, durch Kali und Ammoniak als farblose Gallerte gefällt. Neben ihm kommt als eigener gelber Farbstoff das Phycoxanthin vor. Membranen zur Gallertbildung geneigt, manchmal gefärbt. Zellkern fehlend. Geschlechtliche Fortpflanzung fehlt, ungeschlechtliche findet durch Zelltheilung statt oder durch Zerfallen der Fäden in Stücke, welche meist bewegliche sogenannte Hormogonien sind, die zur Ruhe gekommen neue Individuen bilden. Dauerzellen (Sporen) hie und da auftretend, Schwärmzellen nur bei Merismopoedia beobachtet.

1. Zellen einzeln oder in verschieden gestalteten Familien lebend, nie zu Fäden vereinigt: Chroococcaceae.
2. Zellen Fäden bildend.
   a. Fäden am unteren Ende mit einer kugeligen, farblosen Grenzzelle (vgl. S. 178, Fam. 3), am oberen Ende lang peitschen- oder haarförmig zugespitzt: Rivulariaceae.
   b. Grenzzellen in den gleichmässig starken, nie peitschenartig zugespitzten Fäden meistens interstitiell.
      * Fäden cylindrisch, aus scheibenförmigen Zellen gebildet.
         0 Fäden mit Scheinästen: Scytonemaceae.
         00 Fäden mit echter Astbildung: Sirosiphoneae.
      ** Fäden perlschnurförmig, aus rundlichen Zellen gebildet: Nostocaceae.
   c. Fäden ohne Grenzzellen und ohne Aeste, mit cylindrischen Zellen: Oscillariaceae.

363. (Fam. 1.) Chroococcaceae. Einzeln oder in Familien im Wasser und an feuchten Orten lebende einzellige Algen. Zellen abwechselnd nach 2 oder 3 Raumrichtungen oder auch nur in einer Richtung sich theilend, dann aber sich verschiebend, so dass keine fadenförmigen Familien entstehen. Fortpflanzung nur durch Zelltheilung, selten durch Dauerzellen oder Schwärmzellen.

Fig. 61.



Chroococcus: Zellen kugelig, mit dünner Membran, sich nach allen drei Richtungen des Raumes theilend, einzeln, oder in kleine kugelige oder würfelförmige Familien vereinigt. — Gloeocapsa: wie vorige Gattung, aber die Familien mit dicken, wiederholt in einander geschachtelten Gallertmembranen (Fig. 61 *e—h*). Man kennt sporenartige, mit warziger oder stacheliger Membran umgebene Dauerzellen, die durch Theilung eine neue Colonie erzeugen. — Aphanocapsa: eine Gloeocapsa mit zu structurloser Gallerte zusammenfliessenden Membranen. — Coelosphaerium: in einer kugeligen Gallertmasse liegen die sich nur nach zwei Richtungen theilenden Zellen zu einer hohlkugeligen Familie vereinigt, deren einzelne Zellen durch vom Mittelpunkte der Colonie ausstrahlende, wiederholt gabelig verzweigte, dichtere Gallertstränge verbunden sind. — Merismopedia: die sich übers Kreuz theilenden kugeligen Zellen bilden in einer structurlosen Gallertmasse tafelförmige Familien; Schwärmzellen bekannt. — Gloeothece: cylindrische Zellen sich nur in einer Richtung theilend, sonst wie Gloeocapsa. — Synechococcus: wie Gloeothece, aber nicht in Gallerte eingebettet. — Chroococcus und Gloeocapsa kommen im Thallus mancher Gallertflechten vor.

364. (Fam. 2.) Oscillariaceae. Cylindrische, unverzweigte, nie haarartig zugespitzte, durch Zerfallen in Stücke sich vermehrende Fäden, aus scheibenförmigen sich nur nach einer Richtung theilenden Zellen ohne Grenzzellen und Dauerzellen bestehend (Fig. 61 *l*). Viele Arten zeigen schwingende Bewegung, verbunden mit einem Vor- und Rückwärtskriechen des sich um seine Axe drehenden Fadens.

Fig. 61. *a—d* Pleurococcus vulgaris in verschiedenen Zuständen der Theilung. *e—h* Gloecapsa in verschiedenen Stadien der Theilung. *i* Stück vom Umfange einer Nostoc-Colonie. *k* Rivularia. *l* Oscillaria. — Vergr. 240.

Bewohner des süssen Wassers oder feuchter Orte, oft in Gallertscheiden liegend oder grössere Gallerthäute bildend. Gattungen: Oscillaria (Fäden beweglich, meist gerade), Spirulina (Fäden korkzieherartig gewunden, spiralig vor- und rückwärts beweglich), Phormidium etc.

365. (Fam. 3.) Nostocaceae. In einer im Wasser schwimmenden oder auf feuchter Erde lebenden, verschieden gestalteten, meistens structurlosen Gallerthülle liegen vielfach gewundene Fäden aus kleinen, kugeligen, perlschnurartig an einander gereihten, blaugrünen Zellen, zwischen denen sich in gewissen Abständen etwas grössere Zellen mit dickerer Membran und gewöhnlich gelblichem Inhalte (Grenzzellen, Heterocysten) finden. Vermehrung der Zellen durch Theilung senkrecht zur Längsaxe des Fadens. Grenzzellen durch stärkeres Wachsthum aus gewöhnlichen Zellen entstehend, sich aber nicht mehr theilend; andere vegetative Zellen sich zu dickwandigen, warzigen Dauerzellen (Sporen) gestaltend, die nach einer Ruheperiode durch Austritt des Inhaltes durch die reissende Membran und durch wiederholte Theilung desselben einen neuen Faden bilden, dessen Gallerthülle aus den quellenden Zellmembranen hervorgeht.

Die Gattung Nostoc (Fig. 61 *i*) vermehrt sich ausser durch Sporen noch dadurch, dass aus der sich verflüssigenden Gallertmasse die zwischen den Grenzzellen liegenden Fadenstücke in Folge schlängelnder Bewegung herauskriechen, so dass nur die Grenzzellen zurückbleiben. Die Zellen jedes ausgekrochenen, als „Hormogonium" bezeichneten Fadenstückes strecken sich dann in die Breite, theilen sich wiederholt parallel der Längsaxe, und die entstandenen Fäden legen sich mit ihren Enden zu einem einzigen gewundenen, nun die Gallerthülle ausscheidenden Faden an einander, in welchem dann einzelne Zellen zu Grenzzellen werden. Nostoc-Colonien trifft man häufig als „Raumparasiten" (§ 372) in Intercellularräumen und Hohlräumen des Gewebes anderer Pflanzen (Wurzeln von Cycas, Stamm von Gunnera; im Gewebe von Laub- und Lebermoosen sind sie oft als Brutknospen derselben beschrieben worden). Nostoc findet sich auch im Thallus zahlreicher Gallertflechten, von Pannaria, Peltigera canina etc. — Andere Gattungen sind Cylindrospermum, Anabaena u. s. w.

366. (Fam. 4.) Scytonemaceae. Fäden cylindrisch, von gallertartigen, oft geschichteten Scheiden umgeben, die Zellen sich nur senkrecht zur Längsaxe des Fadens theilend. Grenzzellen meistens vorhanden, falsche Zweigbildung durch seitliches Hervorwachsen eines Fadenstückes neben einer Grenzzelle unter Durchbrechung der Scheide stattfindend. Hormogonien wie bei voriger Familie bekannt.

Die geschichteten Gallertscheiden sind oft von eigenthümlicher Gestalt. Bei Scytonema bilden sie am fortwachsenden Zweigende langgezogene, bei Arthrosiphon sehr kurze, in einander geschachtelte Trichter; bei Schizothrix sind sie von der Mündung aus in fadenförmige Fetzen zerschlitzt. Scytonema findet sich im Thallus von Flechten aus den Gattungen Heppia, Pannaria u. s. w.

367. (Fam. 5.) Sirosiphoneae. Fäden cylindrisch oder nahezu cylindrisch, mit Grenzzellen, in Gallertscheiden eingeschlossen und mit echter Zweigbildung, welche durch Längstheilung einer Gliederzelle erfolgt, deren eine Tochterzelle dann senkrecht zur Längsaxe des Mutterfadens zum Aste auswächst.

Bei Sirosiphon wird der Faden durch Längstheilung der Zellen mehrreihig. Arten dieser Gattung finden sich im Thallus der Flechtengattungen Ephebe und Spilonema.

368. (Fam. 6.) Rivulariaceae. In einer im Wasser schwimmenden oder angewachsenen, bis nussgrossen Gallertmasse liegen radienartig geordnete, peitschenförmige, gegliederte Fäden, deren Basis von einer Grenzzelle eingenommen wird, deren Endzellen sich allmählich verlängern und haar-

artig verschmälern (Fig. 61 *k*). Die Fäden verlängern sich durch Quertheilung ihrer Zellen und vermehren sich dadurch, dass eine der unteren Gliederzellen zur neuen Grenzzelle wird und das unter dieser gelegene Fadenstück sich durch Theilung und Streckung der Endzellen zum vollständigen Faden gestaltet, der sich neben dem Schwesterfaden hinausschiebt.

Rivularia: Die Ueberwinterung geschieht durch Sporen. Die der Grenzzelle zunächst liegende Gliederzelle jedes Fadens wächst zu einer cylindrischen, derbwandigen Zelle (dem Manubrium) aus, welche 10—14mal so lang als breit ist, von einer Gallertscheide umgeben wird und so die allein während des Winters übrig bleibende Spore darstellt. In dieser theilt sich im nächsten Frühjahre der Inhalt zunächst in 4—8 cylindrische, einen Faden bildende Zellen, die sich weiter durch Zweitheilung vermehren, sich dann abrunden und dabei den Faden um so dünner und länger werden lassen, je mehr sie sich theilen. Gleichzeitig wird die Manubriummembran gestreckt, endlich ein oberes kappenförmiges Stück derselben abgestossen, der junge, aus 120 bis 150 Zellen bestehende Keimfaden kriecht heraus und seine beiden Enden spitzen sich haarförmig zu. Dann zerfällt er in 5—7 Stücke, von denen jedes sich durch Verschmälerung seines einen Endes und Bildung der Grenzzelle am anderen Ende in einen Rivulariafaden umgestaltet und so mit den übrigen die erste kleine, bereits mit einer Gallerthülle sich umgebende Colonie bildet. — Rivularien treten bei der Flechtengattung Lichina auf.

2. Ordnung. Bacillariaceae (Diatomaceae). — S. 176.

369. Die frei lebenden, zu Fäden vereinigten oder zu vielen in Gallerthüllen liegenden, sehr verschieden gestalteten Zellen dieser bezüglich ihrer systematischen Stellung zweifelhaften, sich wohl am nächsten den Conjugaten (S. 182) anschliessenden Ordnung zeichnen sich durch äusserst mannigfaltige, zierliche Sculptur ihrer Membranen aus, welche so viel Kieselerde eingelagert haben, dass sie nach Zerstörung der organischen Substanz ein alle Structureigenthümlichkeiten der Zellhaut zeigendes Kieselskelet hinterlassen. Ferner ist die Membran dadurch charakterisirt, dass sie aus zwei nicht organisch verbundenen Schalen besteht, die wie die Hälften einer Schachtel über einander geschoben sind (Fig. 62 B). Beide Schalen sind in Folge der eigenthümlich stattfindenden Zelltheilung ungleich alt.

Die in Fig. 62 gezeichnete Pinnularia zeigt in A die sogenannte Schalen-(Haupt-)seite, um 90° um die Längsaxe gedreht die Gürtelbandseite (Nebenseite — B). Auf der Schalenseite bemerkt man die sogenannte Mittellinie (*m*), welche einen Spalt in der Membran bildet, mit Mittel- und Endknoten (*g*—*k*), ferner die vertieften Riefen (*r*), welche noch eine Strecke auf die Gürtelbandseite übergreifen; letztere besitzt bei *n* die sogenannten Nebenlinien und zeigt in *a* die ältere äussere, in *i* die jüngere innere Membranschale. Die stark verkieselte Membran wächst nicht. Der sich vergrössernde Plasmakörper schiebt daher die beiden Schalen so auseinander, dass sie kurz vor der Theilung sich nur mit den äussersten Rändern des Gürtelstückes berühren. Dann theilt sich der Plasmakörper parallel der Schalenseite (A) in zwei Hälften, von denen jede nur auf der der anderen zugekehrten Seite eine neue Schale ausscheidet, deren Gürtelband in der bleibenden alten steckt, also kleiner ist, als letztere. Durch wiederholte Theilung werden daher die Generationen durchschnittlich allmählich kleiner, bis sie durch Bildung der Auxosporen wieder auf die normale Grösse zurückgeführt werden.

370. Die Bildung der Auxosporen findet in verschiedener Weise statt.

Bei Frustulia legen sich zwei kleine Zellen mit ihren Gürtelbandseiten neben einander (Fig. 63 A) und lassen zwischen den aus einander klaffenden Schalen die sich etwas zusammenziehenden Plasmakörper als Aplanogameten austreten. Letztere umgeben sich mit einer gemeinsamen Gallerthülle (Fig. 63 A, *m*) und ihre Farbstoffplatten (*c*) verlieren die frühere Form. Beide Plas-

Fig. 62.

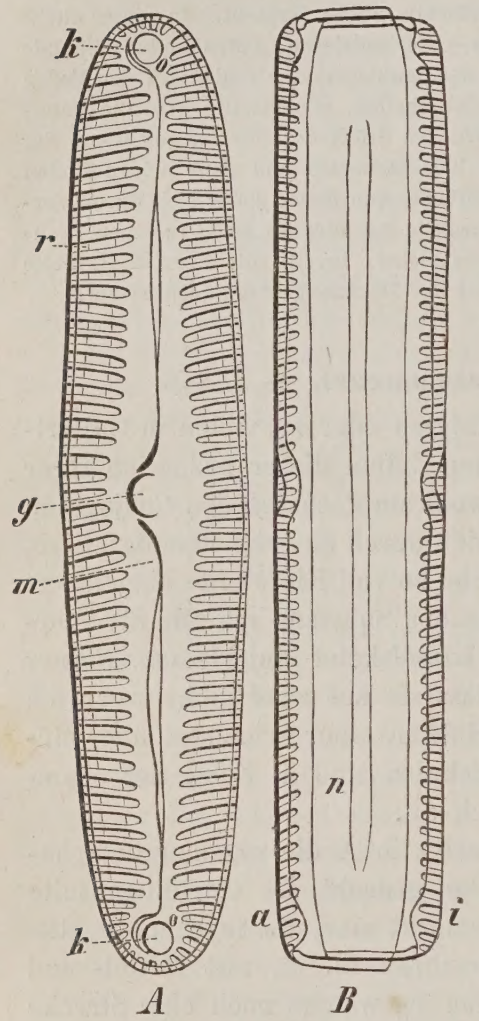


Fig. 63.

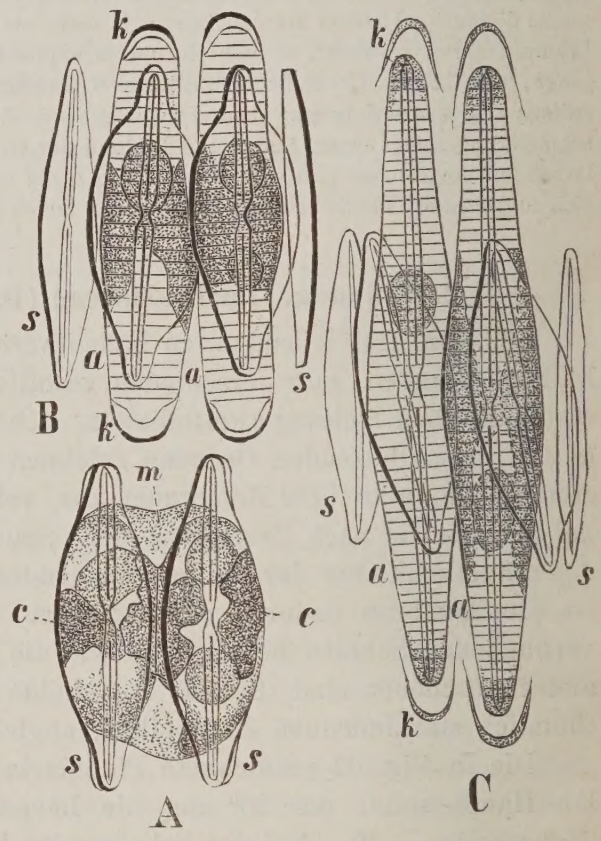


Fig. 62. Pinnularia viridis Ehrbg. Nach Pfitzer. Vergr. 800. A Schalenansicht: *r* Riefen, *m* Mittellinie, *k* Endknoten, *g* Mittelknoten. — B Gürtelbandansicht: *a* äussere und *i* innere Schale, *n* Nebenlinien. Diese Zeichnung ist aus der Flächenansicht und derjenigen des optischen Durchschnittes combinirt; man sieht daher sowohl die Ränder der Schalen, die Nebenlinien und die Enden der Riefen, welche von der Schalenseite her übergreifen, als auch das Uebereinandergreifen der Gürtelbänder, deren Ansatz an die Schalen und die eingesenkten und verdickten Knoten der Mittellinie. — **Fig. 63.** Frustulia saxonica Rbh. in Conjugation. Nach Pfitzer. Vergr. 1200. — A Berührung der Mutterzellen der Auxosporen zwischen den geöffneten Schalen *s*; *m* ihre sich bildende Gallerthülle, *c* Farbstoffplatten. — B Auxosporen (*a*), welche eben ihre Kappen (*k*) abstossen, zwischen den vier leeren Schalen (*s*) der conjugirenden Individuen. — C Auxosporen (*a*), welche schon die Schalen der neuen, sogenannten Erstlingszelle in sich entwickelt haben: der Deutlichkeit wegen wurde nur in der rechts liegenden Auxospore der gesammte Inhalt gezeichnet.

makörper verschmelzen aber nicht, sondern berühren sich nur für kurze Zeit, so dass die Befruchtung diosmotisch geschehen müsste; jeder umgiebt sich mit einer zarten, kieselsäurefreien, durch ringförmige Zeichnung auffallenden Membran („Perizonium") und wächst dann zwischen den leeren Schalen zur Auxospore heran. Diese streckt sich mehr und mehr (Fig. 63 B), an ihren Enden wird ein quellendes kappenförmiges Membranstück abgestossen (Fig. 63 B, C : *k*) und endlich bildet ihr von der Wand zurücktretender Plasmainhalt um sich nach einander zwei in einander steckende, etwas gekrümmte Schalen, deren Zeichnung bereits durch die Auxosporenmembran durchscheint (Fig. 63 C). Die von der Auxosporenmembran befreiten, etwas abweichend gestalteten „Erstlingszellen" liefern erst durch die nächsten Theilungen die normale Zellenform. In ähnlicher Weise copuliren die meisten Bacillarieen. Himantidium, Surirella und Cymatopleura entwickeln durch vollständige Verschmelzung der Plasmakörper zweier Zellen eine einzige Auxospore. Bei den Amphoreen theilen sich die Plasmamassen zweier copulirenden Zellen der Quere nach in je zwei Tochterzellen und je zwei gegenüber liegende dieser Tochterzellen vereinigen sich zur Auxospore; die zwei Auxosporen liegen dann mit den Mutterzellen über Kreuz. Die Auxospore der Melosiren u. a. dagegen wird nur von einer Mutterzelle gebildet (Verjüngung — § 110); sie ist daher ungeschlechtlich entstanden, während man die aus der Conjugation zweier Zellen hervorgegangenen 1 oder 2 „Auxosporen" als Zygoten auffassen muss, die an Frustulia erläuterte Auxosporenbildung als einen Uebergang zwischen beiden Arten der Fortpflanzung betrachten kann. Vielleicht liegt in diesen Abstufungen der Auxosporenbildung eine ähnliche Erscheinung vor, wie wir sie als Zeugungsverlust (Apogamie) auch in anderen Familien (Saprolegniaceen, Peronosporeen) kennen.

371. Das Plasma der Diatomaceen enthält neben Chlorophyll noch einen dieses verdeckenden braungelben Farbstoff (Diatomin), der in Form von Platten oder Körnern auftritt. Bei manchen Formen zeigt das Plasma strömende Bewegungen, bei anderen (Naviculeen) gleitet die ganze Zelle meist ruckweise im Wasser fort. Diese letztere Bewegung soll durch einen durch den Spalt der Mittellinie (Fig 62 A, *m*) austretenden, aber mikroskopisch nicht nachweisbaren Plasmafuss vermittelt werden, nach anderer Ansicht in Folge kräftiger, aber an beiden Enden der Zelle ungleich starker und daher von einer Seite her einen Rückstoss bewirkender Diffusionsströmungen stattfinden. — Kieselskelete der Bacillariaceen bilden der Hauptsache nach die meisten der als Bergmehl, Kieselguhr, Tripel etc. bezeichneten Erdschichten (Ebstorf, Bilin, Franzensbad, Berlin etc.). Die Familien lassen sich ordnen:

A. Farbstoff an Plasmaplatten gebunden.
   1. Auxosporen zu zweien entstehend.
      a. Schalen mit Knoten. — *α*. Asymmetrische Formen (Gomphonemeae, Cymbelleae, Amphoreae, Achnantheae, Cocconeideae), *β*. symmetrische Formen (Naviculeae, Amphipleureae etc.).
      b. Schalen ohne Knoten (Nitzschieae).
   2. Auxosporen einzeln durch Copulation entstehend: Surirayeae, Synedreae, Eunotieae.

B. Farbstoff an Plasmakörner gebunden.
   1. Bilaterale Formen. Zwei Mutterzellen bei der Auxosporenbildung thätig (Fragilarieae, Meridieae, Tabellarieae etc.). — 2. Centrische Formen. Nur eine Mutterzelle bei der Auxosporenbildung thätig (Biddulphieae, Coscinodisceae, Melosireae etc.).

3. Ordnung. Chlorophyceae. — S. 176.

372. Meist Süss- und Salzwasserbewohner, nur wenige auf feuchtem Boden oder Baumrinde (Chroolepus, Botrydium, manche Vaucherien); einige

endophytisch in höheren Gewächsen als Raumparasiten lebend, welche des schützenden Raumes der Wirthpflanze zur Entwickelung bedürfen, dem Wirthe aber keinen Schaden zufügen (Chlorochytrium, Phyllobium), während Phyllosiphon ein Schmarotzer ist, der den angrenzenden Gewebezellen seines Wirthes den Inhalt bis auf eine dünne Plasmaschicht entzieht. Thallus ein- oder vielzellig, im ersteren Falle oft Familien von charakteristischer Form (Zygnemaceae, Volvocineae), im letzteren einfache oder verzweigte Zellfäden (Confervaceae, Oedogoniaceae) oder blattartige Zellenflächen bildend (Ulvaceae). Protoplasma rein chlorophyllgrün, nur selten (bei Chroolepus) auch in vegetativen Zellen die in Zygoten und Oosporen oft stattfindende Umwandlung des grünen Farbstoffes in das rothe oder braunrothe Chlororufin eintretend. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Zelltheilung (Conjugaten) oder meist durch grüne Schwärmzellen: letztere gewöhnlich nur 2 Cilien und diese dann stets auf der Spitze des Schnabels tragend. Geschlechtliche Fortpflanzung isogam bis oogam in allen Abstufungen. Systematische Stellung einzelner Unterordnungen (Conjugatae, Characeae) unsicher.

Fig. 64.

1. Unterordnung. Conjugatae.

373. Einzellige Süsswasserbewohner, deren Chlorophyllkörper meist die Form von Platten, Bändern, sternförmigen Körpern etc. zeigen. Zellen einzeln frei lebend oder zu fadenförmigen Colonien verbunden. Schwärmsporenbildung fehlt; ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Zelltheilung nach nur einer Richtung, geschlechtliche durch Copulation von einzeln in gewöhnlichen Zellen erzeugten Aplanogameten, welche nur eine Zygote liefern.

A. Cylindrische Zellen zu einfachen Fäden verbunden. Zygote innerhalb der copulirenden Zellen entstehend: Zygnemaceae.

B. Zellen nicht cylindrisch, meist durch eine Einschnürung symmetrisch halbirt, meist einzeln lebend. Zygote ausserhalb der copulirenden Zellen gebildet: Desmidiaceae.

374. (Fam. 1.) Zygnemaceae. Aus cylindrischen Zellen gebildete, unverzweigte Fäden, deren Chlorophyllkörper zu geraden oder spiraligen Bändern (Spirogyra) oder paarigen Sternen (Zygnema) geformt sind. Meist copuliren zahlreiche Zellen zweier conjugirender Fäden in der im § 111 dargestellten und in Fig. 21 abgebildeten Weise, so dass sie dann wie eine Leiter aussehen. Seltener copuliren zwei Nachbarzellen eines Fadens gemeinsam mit einer dritten Zelle des anderen Fadens oder auch zwei hinter einander liegende Zellen desselben Fadens durch bügelartig neben der Querwand sich vereinigende Copulationsfortsätze. Bei Zygogonium entsteht die Zygote (Zygospore) im Copulationscanale. Die Membran der Zygote differenzirt sich in eine mittlere, dickere, braune und eine äussere und innere farblose und zartere Lamelle. Letztere durchbricht nach einer winterlichen Ruheperiode bei der Keimung die mittlere und äussere Sporenhaut (Fig. 64) und wächst zu einem anfänglich keulenförmigen Schlauche aus, in welchem

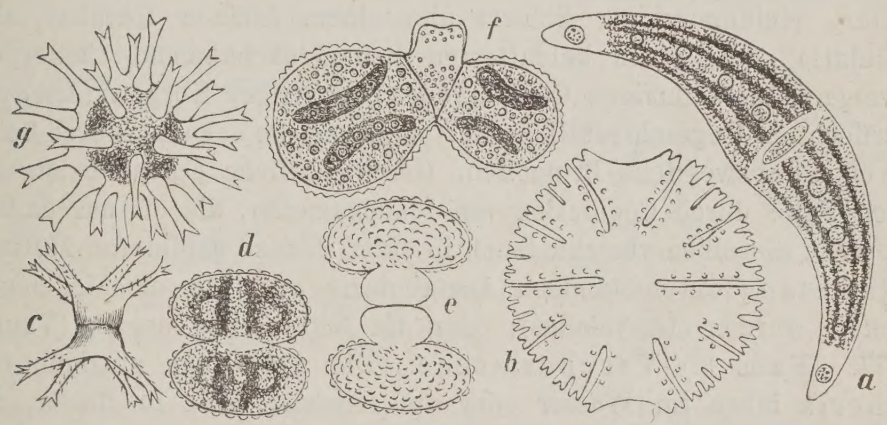
Fig. 64. Keimende Zygospore von Spirogyra jugalis. Nach Pringsheim.

sich der während der Ruhezeit gleichförmige Inhalt in ein farbloses und grün gefärbtes Plasma, letzteres von der für die Gattung charakteristischen Anordnung, sondert. Die Theilung der Zellen erfolgt in der im § 116 angedeuteten Weise.

Die verwandten Mesocarpeen (Mougeotia) unterscheiden sich durch den als axile Längsplatte auftretenden Chlorophyllkörper und dadurch, dass der die Zygote aufnehmende Raum der copulirten Zellen durch Querwände von den noch von einer dünnen Plasmaschicht ausgekleidet bleibenden Zellenenden abgegrenzt wird.

375. (Fam. 2.) Desmidiaceae. Frei lebende, selten zu Fäden verbundene oder von Gallertmassen eingehüllte Algen von sehr mannigfaltiger, zierlicher Form. Die Zellen sind symmetrisch, meistens durch eine tiefe Furche in zwei gleiche Hälften getheilt (Fig. 65), diese entweder glatt, oder mit Warzen, Höckern oder stachelförmigen Fortsätzen versehen, oder in verschiedener Weise gelappt. Der Chlorophyllkörper bildet häufig regelmässig strahlig geordnete Platten. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Theilung, bei welcher die äussere dickere Membranschicht sich durch

Fig. 65.



einen in der Mitte der Zelle erfolgenden Kreisriss öffnet und an dieser Stelle eine Querwand entsteht; diese spaltet sich in zwei Lamellen, von denen jede zu einer neuen Zellenhälfte auswächst, mit der die beiden Tochterzellen anfänglich noch zusammenhängen (Fig. 65 *e*). Jede Zelle hat also wie bei den Bacillariaceen zwei ungleichalterige, aber hier organisch verbundene Zellhauthälften. Die Conjugation findet meistens ähnlich wie bei den Zygnemaceen statt. Zwei Zellen legen sich so neben einander, dass ihre Längsaxen sich kreuzen, und umhüllen sich mit einer gemeinsamen Gallerte. Bei jeder betheiligt sich eine Innenlamelle der Zellhaut, die sich durch einen Riss der Aussenhaut vorstülpt (Fig. 65 *f*), an der Bildung des zuletzt zu einer grossen Blase anschwellenden Copulationsraumes, in welchem sich nach Lösung der trennenden Wand die Plasmakörper zur kugeligen Zygote vereinigen. Letztere verdickt ihre Haut (häufig unter Bildung von stachel-

Fig. 65. Desmidiaceen. *a* Closterium moniliferum (Vergr. 200). *b* Micrasterias papillifera (Vergr. 200). *c* Staurastrum paradoxum (Vergr. 300). *d* Cosmarium margaritiferum, optischer Durchschnitt; *e* dasselbe in Theilung begriffen, Flächenansicht (Vergr. 300). *f* Cosmarium Botrytis; eine der zur Conjugation sich anschickenden Zellen (Vergr. 390). *g* Zygote von Staurastrum spinosum (Vergr. 400). — Fig. *f* nach De Bary.

artigen Fortsätzen — Fig. 65 *g*) und differenzirt dieselbe (wie bei den Zygnemaceen) in drei Schalen. Die Zygote keimt entweder unmittelbar, oder ihr Inhalt theilt sich innerhalb der blasenförmig durch einen Riss der Aussenhäute austretenden Innenhaut in zwei oder vier Zellen, von denen jede zu einer vegetativen Zelle wird und sich nach Lösung der umhüllenden Blase durch Theilung vermehrt.

Häufigere Gattungen sind — a) mit glatter Zygote: Closterium, Zelle sichelförmig (Fig. 65 *a*); Tetmemorus, Zelle schlank tonnenförmig, in der Mitte schwach eingeschnürt; Desmidium, Zellen drei- oder vierkantig, zu Bändern vereinigt. — b) mit warziger oder stacheliger Zygote: Cosmarium, Zelle ellipsoidisch, in der Mitte tief eingeschnürt (Fig. 65 *d*, *e*); Micrasterias, Zelle flach, tief eingeschnürt, ihre Hälften in der verschiedensten Weise regelmässig strahlig gelappt (Fig. 65 *b*); Staurastrum, Zellen polyedrisch, tief eingeschnürt, die Ecken gewöhnlich mit Stachelfortsätzen (Fig. 65 *c*).

2. Unterordnung. Siphoneae.

376. Thallus aus einer einzigen grossen Zelle mit zahlreichen Zellkernen gebildet, einfach blasig (Botrydium) oder ein vielfach unregelmässig (Vaucheria) oder bäumchenartig verzweigter Schlauch (Bryopsis) oder ein gestielter, vielkammeriger Schirm (die einem kleinen Hutpilze ähnliche Acetabularia), oder einen beblätterten Stengel nachahmend (Caulerpa) oder die Zweige zu schwammigen (Codium) oder blattartigen Körpern (Anadyomene) etc. verflochten. Ungeschlechtliche Fortpflanzung (wo bekannt) durch Schwärmzellen oder unbewegliche Brutzellen. Geschlechtliche Fortpflanzung im einfachsten Falle durch Copulation von Planogameten, die oft nur dann stattfindet, wenn dieselben verschiedenen in einer Pflanze gebildeten Mutterzellen oder Gametangien entstammen (Acetabularia) oder von verschiedenen Pflanentwickelt wurden (Dasycladus); oder die Befruchtung oogam (Vaucheria).

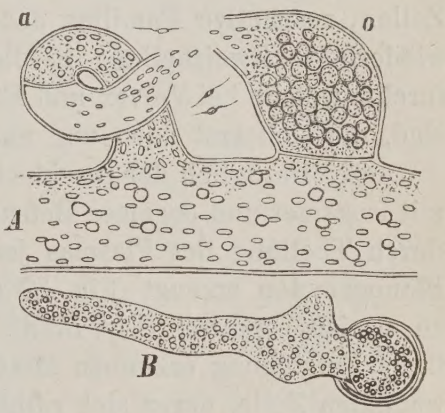
377. (Fam. 3.) Vaucheriaceae. Die Arten der einzigen Gattung Vaucheria leben im Wasser oder auf feuchter Erde in Rasen, die mit wurzelartigen chlorophyllfreien Verzweigungen des aus einer einzigen, langen, schlauchförmigen, vielfach verzweigten Zelle bestehenden Thallus im Boden befestigt sind. Sie pflanzen sich ungeschlechtlich dadurch fort, dass entweder ein anschwellendes Zweigende sich durch eine Querwand abgliedert, vom Thallus loslöst und unmittelbar zum neuen Thallus auswächst (V. tuberosa); oder dass sich der Plasmainhalt eines anschwellenden und durch Querwand abgliedernden Astendes zu einer Brutzelle zusammenzieht, die entweder sich sofort mit Membran umhüllt und durch Zerstörung der Mutterzelle frei wird, um dann zu keimen (V. geminata) — oder die von der Mutterzelle ausgestossen wird (V. hamata), oder welche dieselbe als Schwärmzelle verlässt, die auf der ganzen Aussenseite mit einem dichten Pelze kurzer Wimpern bedeckt ist (V. sessilis). Ein solcher Schwärmer kommt oft erst nach mehreren Stunden zur Ruhe und umhüllt sich dann mit Membran, auf einer oder mehreren Seiten zum jungen Thallus auswachsend.

378. Oogonien und Antheridien entwickeln sich als papillöse und durch Querwand sich abgrenzende Ausstülpungen meist unmittelbar neben einander. Bei V. sessilis ist das schief eiförmige Oogonium sitzend (Fig. 66 A, *o*); sein Plasmainhalt formt sich zu dem mit dicken Oeltropfen versehenen Ei, dessen dem sich öffnenden Scheitel des Oogoniums zugekehrtes Ende (Em-

pfängnissfleck) farblos ist. Das Antheridium bildet die Endzelle eines kurzen, hornartig gekrümmten Astes. Sein farbloses Plasma zerfällt in eine grosse Anzahl sehr kleiner, mit zwei Wimpern versehener Spermatozoiden, welche durch eine an der Spitze des Antheridiums sich bildende Oeffnung austreten und gewöhnlich sofort zur Eizelle gelangen (Fig. 66 A, *a*). Bei anderen Arten der Gattung stehen ein oder zwei Oogonien mit einem gipfelständigen Antheridium am Ende eines Geschlechtsastes beisammen (V. hamata); bei V. sericea sind die Antheridien keulenförmige Säcke, bei V. synandra erscheinen sie zu mehreren auf eiförmigen Zweigen, bei V. piloboloides öffnen sie sich seitwärts durch papillenartige Ausstülpungen. — Das befruchtete Ei umhüllt sich mit dicker Membran und sein Inhalt färbt sich roth oder braun. Die Keimung der Oospore (Fig. 66 B) findet direct und erst nach längerer Ruheperiode statt.

Bei V. geminata existiren eigenthümliche Ruhezustände: der Thallus wird durch dicke, gallertartige Querwände gegliedert (in diesem Zustande sonst als Gongrosira beschrieben); die sich von einander trennenden Zellen können den mit zarter Membran sich umhüllenden Plasmainhalt sofort zu Vaucheria-Schläuchen auskeimen lassen — oder aber ihr Plasma zerfällt in eine wechselnde Anzahl von Portionen, die austreten und amöbenartig sich bewegen, dann sich zu Kugeln gestalten, mit Membran umhüllen und zum Thallus auswachsen, oder wenn sie langsam eintrocknen, dickwandige Dauerzellen liefern, deren Plasma erst später in Form von Amöben ausschlüpft und wie die eben erwähnten Amöbenzustände junge Pflanzen producirt.

Fig. 66.



Den Vaucheriaceen schliesst sich die schon im § 372 erwähnte, in Südeuropa in Arum-Blättern lebende Gattung Phyllosiphon an.

379. Aus den übrigen Familien der Siphoneen sind die folgenden Gattungen bemerkenswerth.

Botrydiaceae. Bei Botrydium granulatum bildet die Zelle eine 1—2 mm im Durchmesser haltende gestielte Blase, deren wurzelartige Verzweigungen im Schlamme der Teichränder und Gräben stecken. Ausser verschiedenen anderen Fortpflanzungszellen entwickelt das Pflänzchen in seinem blasenförmigen Theile sporenartige Zellen, welche spindelförmige Planogameten liefern, aus deren Zygoten sofort wieder die ungeschlechtlichen Pflänzchen hervorgehen.

Dasycladeae. Die im Mittelmeere vorkommende Acetabularia mediterranea trägt auf einem unten in wurzelartige Verzweigungen auslaufenden, bis zu 10 cm langen Stiele eine etwa 1 cm im Durchmesser haltende, durch radial gestellte, plattenförmige Membranvorsprünge in 75—90 Kammern getheilte Scheibe, so dass die Pflanze einem kleinen Hutpilze oder aufgespannten Schirme gleicht. In jeder Schirmkammer bilden sich ca. 100 ellipsoidische Sporen; jede derselben entwickelt zahlreiche kleine, zweiwimperige Planogameten, die nach Abwerfen eines deckelförmigen Stückes der Sporenhaut ins Wasser treten. Die Copulation findet nur zwischen solchen Planogameten statt, welche zweien verschiedenen Sporen angehören. Die Zygoten liefern sofort oder nach einer Ruheperiode Keimpflanzen.

Caulerpeae. Bei den Arten der Gattung Caulerpa (wärmere Meere) ahmen einzelne Theile der grossen Zelle einen kriechenden Stengel nach, welcher wurzelartige Zweige in den Boden sendet und auf seinem Rücken blattartige Aussackungen (bei C. prolifera bis 10 und mehr cm lang, 1 cm breit, flach, wiederholt sprossend) treibt. Feinere und stärkere, von

---

Fig. 66. A Stück des Thallus von Vaucheria sessilis mit Oogonium (*o*) und Antheridium (*a*), Vergr. 250. B keimende Oospore, Vergr. ca. 100. — Nach Pringsheim.

Wand zu Wand ausgespannte Zellstofffäden (§ 76) verleihen der Zelle Festigkeit. Fortpflanzung unbekannt.

Codieae. Bryopsis (wärmere Meere) gleicht mit ihren Zellenverzweigungen einem Fichtenbäumchen. Ausser grösseren grünen Schwärmern entwickeln sich in den Aesten besonderer Pflänzchen kleine rothe Schwärmzellen, deren vermuthete Copulation bis jetzt nicht beobachtet wurde.

3. Unterordnung. Volvocineae.

380. (Fam. 4.) Volvocineae. Diese Familie ist dadurch ausgezeichnet, dass ihre vegetativen Zellen nach Art von Schwärmzellen (mit denen sie manchmal verwechselt werden) gebaut sind, namentlich deren farbloses Vorderende mit 2 Cilien besitzen, welche durch Oeffnungen der Membran ins Freie treten und die schwärmende Bewegung der einzeln lebenden (Chlamydomonas) oder zu tafelförmigen (Gonium), kugeligen (Pandorina, Fig. 57, S. 171) oder hohlkugeligen (Eudorina mit 16—32, Volvox mit zahlreichen, bis 12000 Zellen) Familien verbundenen und dann von einer gemeinsamen Gallerthülle umschlossenen Zellen vermitteln. Auch ein rother Pigmentfleck und 2 contractile Vacuolen sind oft vorhanden. Bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung werden von allen (Chlamydomonas, Pandorina, Eudorina) oder nur von einzelnen Zellen (Volvox mit 1—8, alle anderen Zellen steril) neue Zellen, respective Familien dadurch gebildet, dass der Plasmakörper durch wiederholte Zweitheilung in die charakteristische Anzahl von Zellen sich furcht, welche bei Volvox und Eudorina anfänglich zu einer Scheibe geordnet sind, die sich erst nach und nach zur Hohlkugel krümmt.

381. Bezüglich der geschlechtlichen Fortpflanzung lassen sich zwei Reihen mit isogamer und oogamer Befruchtung unterscheiden. Bei Pandorina werden durch Theilung des Plasmas jeder der Zellen einer Familie zweiwimperige Planogameten erzeugt (Fig. 57 *b* u. *c*), welche ausserhalb der Mutterfamilie zu zweien copuliren (Fig. 57 *d*). Die Zygote, welche anfänglich noch die Art ihrer Entstehung erkennen lässt (Fig. 57 *e*), wird zu einer kugeligen, dickwandigen Zelle, deren sich rothfärbender Plasmainhalt sich nach einer Ruhezeit zu einer einzigen Schwärmzelle gestaltet, welche die Zygote in den bruchsackartig ausquellenden inneren Membranschichten verlässt und zur Ruhe kommend sich zu einer kleinen Familie theilt. Bei Chlamydomonas pulvisculus sind die von einer festen Membran umhüllten Gameten ungleich gross; die kleinen männlichen und grossen weiblichen verwachsen bei der Copulation mit den Vorderenden, das trennende Membranstück wird gelöst und der Plasmakörper der männlichen Gamete tritt in die weibliche über, in der dann die die neuen Chlamydomonaszellen liefernde Zygote liegt. Eudorina vermittelt insofern den Uebergang zu Volvox, als bei ihr die weibliche Gamete (Ei) noch die Gestalt einer (doch in der Familie liegen bleibenden) Schwärmzelle behält (welche nur etwas grösser als die vegetative Zelle ist), während sich in anderen Familien durch wiederholte Zweitheilung der Zellen Scheiben kleiner, schlank keulenförmiger, gelber Spermatozoiden mit je 2 Cilien auf der Schnabelspitze bilden, welche austretend die weiblichen Familien schwärmend erreichen, sich hier isoliren und einzeln mit den Eiern copuliren. Bei Volvox hingegen wachsen einzelne Zellen einer Familie unter Verlust ihrer Wimpern zu grossen, kugeligen, grünen Eiern heran, andere

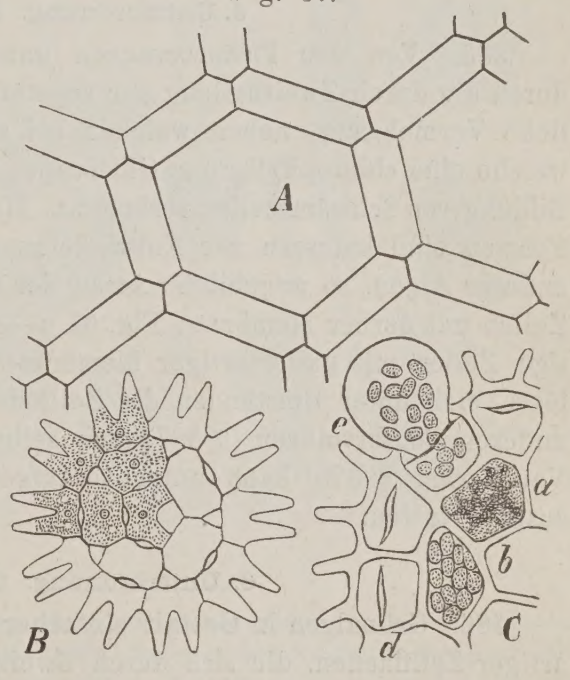
(V. globator ist monöcisch, V. minor wenigstens anfänglich diöcisch) bilden in ähnlicher Weise wie bei Eudorina Spermatozoiden, welche jedoch die 2 Wimpern am Grunde des Schnabels tragen und innerhalb des Hohlraumes der Volvoxkugel die Eier befruchten. Beide Gattungen aber bilden aus der derbwandigen Zygote (Oospore) je eine junge Familie nach Art der Theilung der vegetativen Zellen.

4. Unterordnung. Protococcaceae.

382. Einzellige Süsswasseralgen, von den Volvocineen dadurch verschieden, dass ihre Zellen keine Cilien besitzen und sich nicht durch Theilung vermehren, dagegen Schwärmzellen erzeugen. Man unterscheidet 2 Familien: Eremobiae mit einzeln frei lebenden und Hydrodictyeae mit zu Familien verbundenen Zellen.

383. (Fam. 5.) Eremobiae. Mikroskopisch kleine Algen. Die Arten der hierher gehörenden Gattungen Characium und Protococcus entwickeln ihre Schwärmzellen durch wiederholte Zweitheilung, während sich dieselben bei Sciadium simultan bilden. Bei letzterer Gattung keimen die Schwärmer sofort in der Mündung der durch einen Deckel sich öffnenden cylindrischen Mutterzelle, was bei Wiederholung in mehreren Generationen bäumchenartige Scheincolonieen giebt. Von dem in Lemna endophytisch lebenden Chlorochytrium Lemnae und Verwandten (§ 372) ist Copulation von Planogameten bekannt.

Fig. 67.



384. (Fam. 6.) Hydrodictyeae. Die Mitglieder dieser Familie bilden verschieden gestaltete Coenobien, bei Pediastrum volle oder durchbrochene Scheiben (Fig. 67 B, C), bei Hydrodictyon hohlcylindrische, bis 30 cm lange Netze. Sie vermehren sich durch Schwärmzellen, die bei Pediastrum bis zu 64, bei Hydrodictyon (Wassernetz) zu 7000 bis 20000 in einer Zelle gebildet werden. Bei Pediastrum treten diese Zellen zu einem Riss der Mutterzelle heraus, in die sackartig quellende innere Membranschicht derselben eingeschlossen (Fig. 67 C, *c*), und gruppiren sich innerhalb dieser Hülle zu einer neuen Scheibe, die durch Lösung der Hülle frei wird. Die Schwärmer von Hydro-

Fig. 67. A Hydrodyction utriculatum: einige Zellen eines jungen Netzes (Umrisszeichnung; Vergr. 240). — B Pediastrum Selenaea, nach Nägeli (Inhalt nur in einigen Zellen angegeben; Vergr. 300). — C Pediastrum granulatum. Stück vom Rande einer Scheibe: *a* Zellinhalt in Theilung begriffen, *b* Tochterzellen abgerundet, *c* dieselben während des Austretens aus der Mutterzelle, *d* leere Mutterzelle. Nach A. Braun; Vergr. 400.

dictyon bleiben in der Mutterzelle eingeschlossen und ordnen sich in dieser nach kurzer Zeit der Bewegung zu einem kleinen Netze, das nach Zerstörung der Mutterzellhaut selbständig wird und ohne Theilung seiner Zellen allmählich heran wächst. In anderen Zellen des Wassernetzes bilden sich dagegen aus dem Inhalte 30000—100000 kleinere, mit 2 Cilien versehene Planogameten, welche die Mutterzelle verlassen, sich im Wasser paaren und so zu kleinen grünen Kugeln werden, die monatelang langsam wachsen, ihre Membran dabei bedeutend verdicken und endlich aus ihrem Inhalte 2—5 Schwärmzellen bilden, die wie bei Pandorina austreten. Aus jeder dieser grossen Schwärmzellen entwickelt sich eine grössere polyedrische Zelle, deren Ecken zu hornartigen Fortsätzen auswachsen und deren wandständiges Plasma sich in 200—300 Portionen theilt, welche nach lebhafter Bewegung sich innerhalb eines wie bei Pediastrum austretenden Gallertsackes zu einem jungen Netze ordnen. Auch Pediastrum entwickelt Planogameten, deren Schicksal aber unbekannt ist.

5. Unterordnung. Palmellaceae.

385. Von den Protococcaceen unterscheidet sich diese Unterordnung durch die durch Zweitheilung der vegetativen Zellen erfolgende ungeschlechtliche Vermehrung, neben welcher bei einzelnen Gattungen (Gloeocystis, welche eine chlorophyllgrüne Gloeocapsa darstellt; S. 177, Fig. 61 *g—h*) auch Bildung von Schwärmzellen vorkommt. Manche der früher hierher gerechneten Formen sind indessen nur Entwickelungszustände (Palmellen-Zustände, anderer Algen, so angebliche Arten der Gattungen Pleurococcus (kugelige Zellen mit derber Membran; Fig. 61 *a—c*: P. vulgaris) und Palmella (kugelige Zellen mit gallertartiger Membran). In den Palmellen ähnliche Zellen lösen sich unter Umständen die Zellfäden von Stigeoclonium, Ulothrix und anderen Confervoideen (§ 387) auf; selbst der schlauchförmige Thallus der Vaucherien (§ 378) kann unter voraufgehender Theilung in den Palmellenzustand treten.

6. Unterordnung. Confervoideae.

386. Grünalgen in Gestalt einfacher oder verzweigter Fäden oder laubartiger Zellflächen, die sich durch Zweitheilung der Zellen vergrössern und neben der ungeschlechtlichen Vermehrung durch verschieden gestaltete Schwärmzellen eine (noch nicht bei Allen bekannte) geschlechtliche Fortpflanzung zeigen. Nach letzterer lassen sich zwei Reihen von Familien, eine mit isogamer, die andere mit oogamer Befruchtung unterscheiden.

1. Reihe. Isogame Confervoideen.

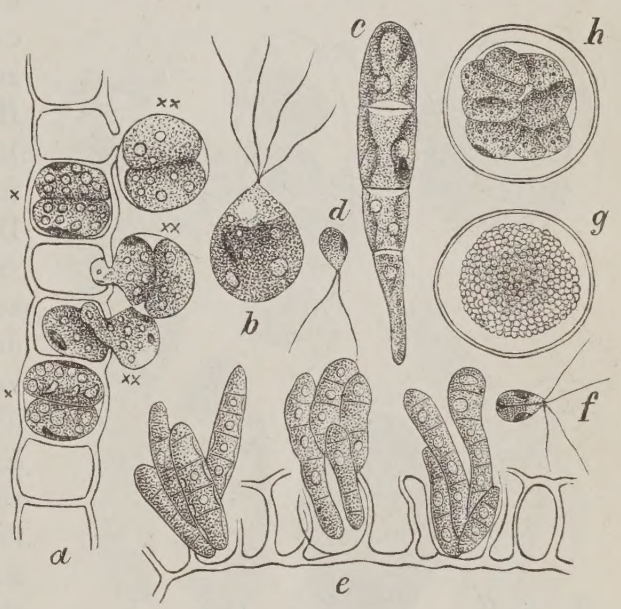
387. (Fam. 7.) **Ulotricheae.** Die bestbekannte Familie, aus welcher Ulothrix zonata als Beispiel angeführt sein mag.

Ulothrix zonata lebt in Bächen in Gestalt unverzweigter, bald cylindrischer, bald in Folge tonnenförmiger Aufbauchung der einzelnen Zellen rosenkranzförmiger, gestreckter oder krauser, durch einander gewundener Fäden, deren Gliederzellen breiter als lang sind und verhältnissmässig dicke, geschichtete Membranen besitzen. Die vegetative Vermehrung findet durch Schwärmzellen statt, die zu 1—4 in einer Zelle entstehen, in eine hyaline Blase eingeschlossen durch eine seitlich in der Mutterzellwand entstehende Oeffnung austreten (Fig. 68 *a*), dick birnförmig sind, 4 Cilien, einen rothen Pigmentfleck und eine contractile Vacuole besitzen

(Fig. 68 *b*). Sie keimen, indem sie nach einiger Zeit zur Ruhe kommen, sich mit der Mundstelle festsetzen, ihre Wimpern verlieren und sich mit einer Membran umhüllen; das festsitzende Ende streckt sich zu einem wurzelartigen, farblosen Haftorgane, das freie zum keuligen Pflänzchen, das sich durch wiederholte Quertheilung zum Faden gliedert (Fig. 68 *c*). Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung entstehen durch wiederholte Zweitheilung des Plasmas in jeder Zelle 8—32 und mehr Planogameten mit nur 2 Wimpern (Fig. 68 *d*), welche zu 2—3 mit einander copuliren und kugelige Zygoten (Fig. 68 *g*) liefern, die den Sommer hindurch ruhen und im Herbste nach langsamem Wachsen durch simultane Theilung ihres Plasmas 2—14 Schwärmzellen als Anfang der neuen ungeschlechtlichen Generationen erzeugen (Fig. 68 *h*). Bleiben Planogameten in ihren Mutterzellen zurück, ohne zu copuliren, so vermögen dieselben unmittelbar zu kleinen Ulothrixpflänzchen zu keimen, die dann einzeln oder in ganzen Gruppen zu den Mutterzellen herauswachsen (Fig. 68 *e*). Durch unregelmässige Theilungen, Quellung und Spaltung der Wände entstehen aus den Fäden manchmal den Palmellen (§ 385) ähnliche Zellcolonien.

388. Aus den übrigen Familien der isogamen Confervoideen sind bemerkenswerth:

Fig. 68.



Cladophoraceae mit den Gattungen Cladophora und Chroolepus. Die Arten der ersteren Gattung sind Süsswasser- und Meeresbewohner mit verzweigten Fäden aus cylindrischen, zahlreiche Zellkerne besitzenden Zellen, welche durch simultane Plasmatheilung zahlreiche 4wimperige Schwärmzellen, zu anderen Zeiten 2wimperige Gameten erzeugen; letztere wurden in Copulation bei einzelnen marinen Arten beobachtet. Auch für die an Felsen, auf Baumwurzeln etc. lebenden, häufig nach Veilchen („Veilchenstein" von Ch. Jolithus) riechenden, goldgelben bis rothbraunen (§ 372) Arten der ähnlichen Gattung Chroolepus ist Copulation von Planogameten nachgewiesen. — Die gleichfalls 4wimperige Schwärmzellen bildenden **Chaetophoraceae** (Chaetophora, Draparnaldia) zeichnen sich durch starke Vergallertung der Membranen der verzweigten Fäden aus, ferner dadurch, dass die Endzelle der Aeste sich in ein langes, glashelles Haar umwandelt, wodurch die sich theilende Astscheitelzelle intercalar (an die Basis des Haares) verlegt wird. — Die meist meerbewohnenden **Ulvaceae** stimmen in der Form der Schwärmzellen mit vorigen überein, unterscheiden sich aber durch den aus einer (Monostroma) oder 2 Zellschichten (Ulva) zusammengesetzten laubartigen, bisweilen ziemlich grossen Thallus, welcher bei den früher als Enteromorpha unterschiedenen Ulven durch frühzeitiges Auseinanderweichen der beiden Zellschichten darmartig hohl wird.

2. Reihe. Oogame Confervoideen.

389. (Fam. 8.) Sphaeropleaceae. Der Thallus ist ein aus langen cylindrischen Zellen gebildeter unverzweigter Faden. Bei der geschlecht-

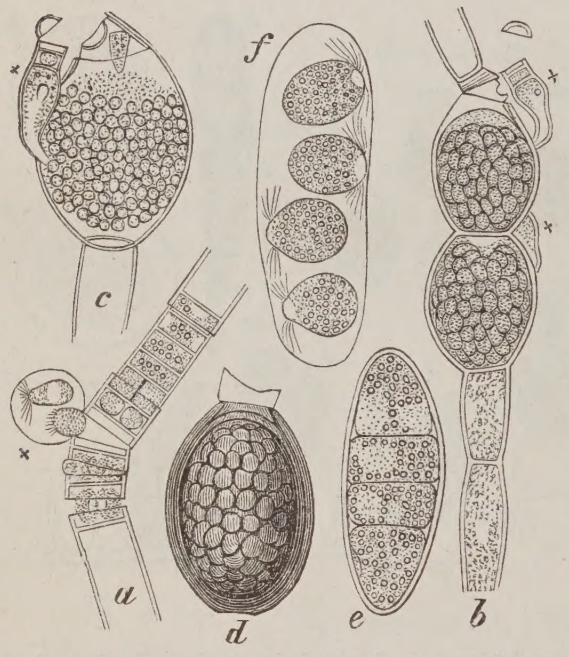
---

Fig. 68. Ulothrix zonata Ktz. *a* Stück eines Fadens mit Schwärmzellen, welche bei * in der Zelle liegen, bei ** im Ausschlüpfen begriffen sind. *b* Schwärmzelle. *c* Junges aus einer Schwärmzelle entstandenes Pflänzchen. *d* Planogamete. *e* Stück eines Fadens mit aus Planogameten direct hervorgegangenen Pflänzchen. *f* Gepaarte Planogameten *g* Zygote im Alter von 8 Monaten und 19 Tagen. *h* Zygote mit begonnener Schwärmsporenbildung. Nach Dodel; Vergr. 482, die Fig. *b* stärker vergr.

lichen Fortpflanzung entwickeln sich in einer Anzahl der vegetativen Zellen durch simultane Theilung des vorher röthlichgelb gewordenen Plasmas zahlreiche, mit zwei Wimpern versehene Spermatozoiden, in anderen Zellen eine Anzahl kugeliger, grüner, durch eine farblose Stelle (Empfängnissfleck) ausgezeichnete Eier. Antheridien wie Oogonien erhalten dann durch Lösung kleiner Wandstellen scharf umschriebene, kreisförmige Löcher, durch welche die Spermatozoiden aus- und zu den Oogonien eintreten (S. 172, Fig. 58 obere Zelle). Die mit einer dicken, warzigen Haut versehenen, ihren Inhalt roth färbenden Eisporen erzeugen durch Theilung des Plasmas bis zu 8 mit zwei Cilien versehene Schwärmzellen, von denen später jede zum neuen, anfänglich schlank spindelförmigen Faden auswächst. Sphaeroplea annulina findet sich auf überschwemmt gewesenen Aeckern.

390. (Fam. 9.) Oedogoniaceae. Süsswasserbewohner, deren cylindrische Zellen einfache (Oedogonium) oder verzweigte (Bulbochaete) Fäden bilden, deren Endzellen oft in ein langes farbloses Haar auslaufen. Die eigenthümliche Zelltheilung wurde bereits früher erwähnt (§ 119, Fig. 24). Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Schwärmzellen, welche sich einzeln aus dem gesammten Plasma in einer vegetativen Zelle bilden, diese durch einen Querriss am oberen Ende, das wie ein Deckel zurückschlägt, verlassen und an ihrem farblosen Vorderende einen Kranz beweglicher Wimpern besitzen (§ 110, Fig. 20 *a*, *b*). Die Keimung der Schwärmspore erfolgt so, dass sich dieselbe mit dem farblosen Vorderende festsetzt, die Wimpern einzieht, sich mit Membran umgiebt und das festsitzende Ende zu einer gelappten Haftscheibe gestaltet (Fig. 20 *c*), während das grüne zu einem schlank keulenförmigen, sich bald theilenden Schlauche auswächst.

Fig. 69.

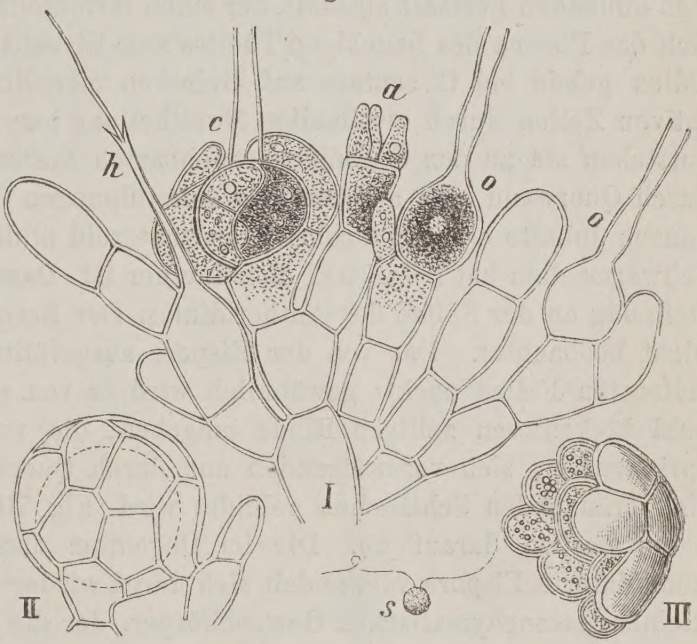


391. Die Antheridien (Fig. 69 *a*) entstehen im einfachsten Falle durch wiederholte Quertheilung vegetativer Zellen. Jedes Antheridium theilt sich fast ausnahmslos noch einmal durch eine Quer- oder Längswand in zwei Zellen, von denen jede ein den Schwärmzellen gleich gestaltetes aber kleineres und blasser grünes Spermatozoid erzeugt, welches die Mutterzelle in

Fig. 69. *a* Oedogonium gemelliparum: Antheridien, bei * austretende Spermatozoiden (Vergr. 350). *b*—*d* Oed. ciliatum: *b* Fadenstück mit Oogonien und Zwergmännchen * (Vergr. 250), *c* Oogonium mit Zwergmännchen * im Augenblicke der Befruchtung (Vergr. 350), *d* reife Oospore im Oogonium (Vergr. 350). *e*, *f* Schwärmsporenbildung aus der Oospore von Bulbochaete intermedia (Vergr. 250). — Nach Pringsheim.

derselben Weise wie eine Schwärmzelle verlässt. Die zwei in einem Antheridium gebildeten Spermatozoiden sind dabei anfänglich von einer hyalinen Blase umgeben (Fig. 69 *a* *). — Das Oogonium entsteht jedesmal aus der oberen Tochterzelle einer eben getheilten vegetativen Zelle, indem das aus dem Celluloseringe hervorgehende Membranstück eiförmig bis kugelig anschwillt. Das gesammte Plasma dieser Zelle formt sich zu einem fast kugeligen Ei, dessen der späteren Oogoniumöffnung zugekehrte Seite den Empfängnissfleck zeigt. Das Oogonium öffnet sich entweder an irgend einer Stelle durch ein scharf umschriebenes, kreisförmiges Loch, das gewöhnlich auf dem Scheitel einer vorher gebildeten kurzen Papille entsteht; oder die Membran klappt am oberen Ende desselben wie bei Entlassung der Schwärmzellen zurück und ein in den Spalt tretender farbloser Schleim formt sich, später erhärtend, zu einer Art Canal (Fig. 69 *b*, *c*). Das in das Oogonium eintretende Spermatozoid dringt in den Empfängnissfleck der Eizelle ein (Fig. 69 *c*), die sich darauf sofort mit einer Membran umgiebt.

Fig. 70.



392. Bei den meisten Arten von Oedogonium und allen Bulbochaete-Arten werden jedoch in Zellen, welche den Antheridien ähnlich sind, aber sich nicht noch einmal theilen, sogenannte Androsporen entwickelt, die in der Form den Spermatozoiden und Schwärmzellen gleichen, in Grösse und Chlorophyllgehalt zwischen beiden die Mitte halten. Diese Androsporen keimen nach Art der Schwärmzellen auf oder neben dem Oogonium zu einem „Zwergmännchen", einer winzigen männlichen Pflanze, die nur aus einer kleinen vegetativen Zelle und einem endständigen Antheridium besteht (Fig. 69 *b*, *c*), dessen Spermatozoiden gewöhnlich sofort in das Oogonium gelangen. — Oedogonium diplandrum zeichnet sich durch gelb gefärbte Androsporen und eben solche amöbenartig sich bewegende Spermatozoiden aus. — Die Eispore verdickt ihre Membran und färbt ihren Inhalt roth oder braun (Fig. 69 *d*). Sie überwintert in der Oogoniummembran der sonst zu Grunde gehenden Pflanze, und entlässt im Frühlinge ihren im blasenförmig austretenden Endosporium eingeschlossenen Inhalt.

Fig. 70. Coleochaete pulvinata. I *a* Stück eines Pflänzchens mit Oogonien (*o*), Antheridien (*a*), junger „Frucht" (*c*) und Scheidenborste (*h*). Vergr. 350. — II Reife und III keimende Frucht. Vergr. 280. — *s* Spermatozoid. — Nach Pringsheim.

Dieser theilt sich in vier grosse Schwärmzellen (Fig. 69 *e*, *f*), welche nach einiger Zeit jede zu einer Pflanze auswachsen.

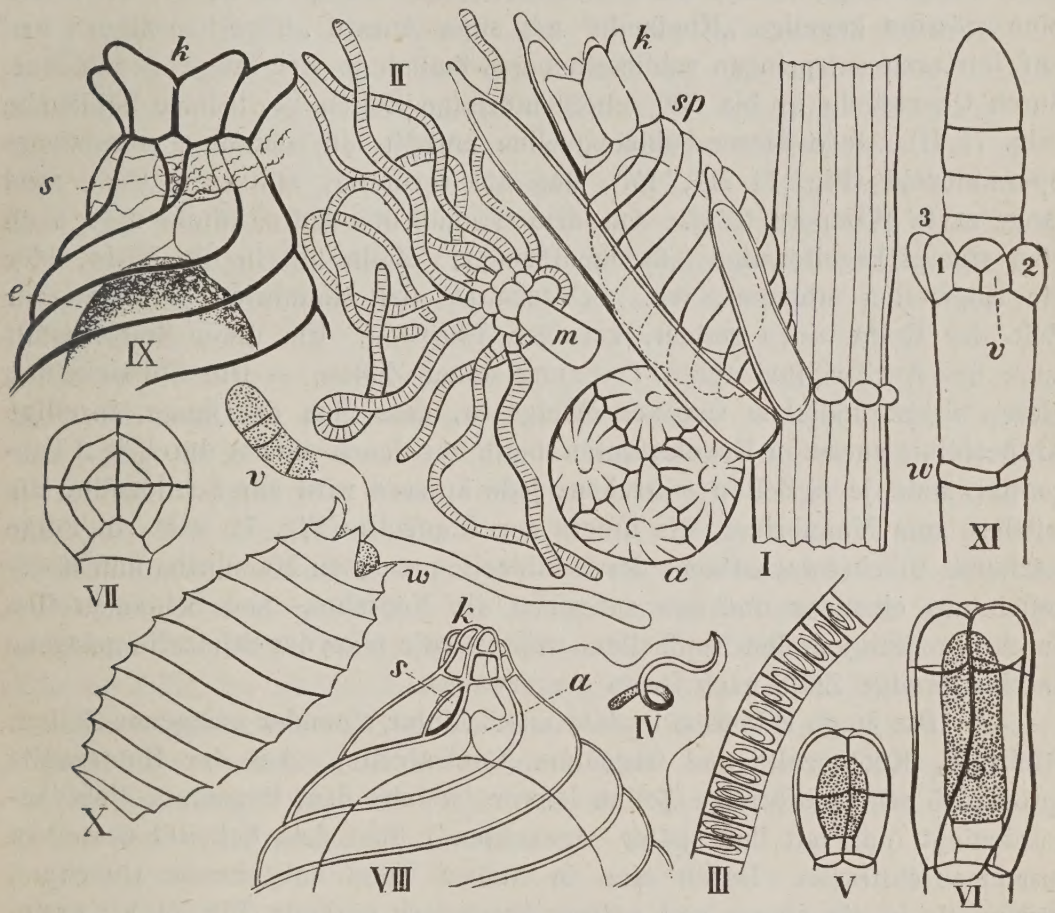
393. (Fam. 10.) Coleochaeteae. Die Gattung Coleochaete enthält kleine, kaum 2 mm grosse Süsswasserbewohner, deren Thallus aus wiederholt verzweigten Fäden besteht (S. 191, Fig. 70 I) und dann entweder ganz unregelmässig ist oder halbkugelige oder scheibenförmige Polster bildet, — oder welcher eine aus lückenlos verbundenen Zellen bestehende Scheibe darstellt. Einzelne Thalluszellen tragen borstenförmige, mit dem unteren Ende in einer engen Scheide steckende Haare (Fig. 70 I *h*). Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch mit zwei Cilien versehene kugelige Schwärmzellen, welche sich aus dem gesammten Plasma jeder beliebigen vegetativen Zelle bilden und durch ein in der Wand derselben entstehendes Loch entweichen. Das Oogonium ist eine bauchig angeschwollene Zelle, welche bei einer Anzahl von Arten in einen schlauchförmigen, an der Spitze sich öffnenden Fortsatz ausläuft, der einen farblosen Schleim ausstösst, während sich das Plasma des bauchigen Theiles zum Ei ballt (Fig. 70 I, *o*). Die Antheridien gehen bei C. scutata auf kleineren männlichen Pflänzchen aus vegetativen Zellen durch zweimalige Zweitheilung hervor, bei den übrigen Arten entstehen sie an den Oogonien benachbarten Aesten als dick-flaschenförmige, durch Querwand sich abgrenzende Ausstülpungen (Fig. 70 I *a*), die aus ihrem ganzen Inhalte ein fast farbloses Spermatozoid bilden, welches die Gestalt der Schwärmzellen hat (Fig. 70 *s*), aber kleiner ist. Dasselbe entweicht durch eine Oeffnung an der Spitze des Antheridiums. Der Befruchtungsact wurde bis jetzt nicht beobachtet. Das von der Eispore ausgefüllte Oogonium bleibt in den seltensten Fällen nackt; gewöhnlich wird es von einer bald unvollständigen, bald lückenlosen zelligen Rinde umgeben, die von aus der Tragzelle entspringenden, sich verzweigenden und durch Querwände gliedernden, später sich bräunenden Schläuchen gebildet wird (Fig. 70 I, *c* und II). Die Pflänzchen sterben darauf ab. Die im Oogonium und seiner Hülle („Frucht") überwinterte Eispore verwandelt sich durch wiederholte Zweitheilung in einen kleinen parenchymatischen Gewebekörper, der die Rinde sprengt (Fig. 70 III) und in jeder seiner Zellen eine Schwärmzelle entwickelt, die ihrerseits eine Pflanze erzeugt.

7. Unterordnung. Characeae.

394. (Fam. 11.) Characeae. Die in ihrer systematischen Stellung zu den übrigen Chlorophyceen noch unsicheren Characeen sind untergetauchte, mittels hyaliner Rhizoiden im Schlamme wurzelnde Wasserpflanzen. Ihr verzweigter, stammartiger Thallus wächst mit einer nahezu halbkugeligen, sich durch Querwände theilenden Scheitelzelle und ist in lange Internodien und kurze Knoten gegliedert. Letztere werden durch Verticalwände in eine Zellenscheibe getheilt, deren peripherische Zellen zu mit begrenztem Spitzenwachsthum behafteten sogenannten „Blättern" auswachsen, welche die Gliederung des „Stammes" wiederholen und „Seitenblättchen" erzeugen können. In der Achsel der ersten 1—2 Blätter eines Quirls entstehen Seitenzweige, die sich wie der Stamm verhalten. Die Internodien bestehen entweder aus einer einzigen langen, schlauchförmigen Zelle (Nitella), oder sie sind von

einer Rinde aus einer einzelnen Lage von Zellen umgeben (Arten von Chara). Diese Rinde entsteht dadurch, dass von dem Basilarknoten jedes jugendlichen Blattes nach oben und unten eine Zelle (Rindenlappen) schon sehr früh dicht am Internodium entlang wächst. Die wieder in complicirter Weise gegliederten Rindenlappen stossen in der Mitte des Internodiums zusammen. Aus den Basilarknoten entspringen noch einzellige sogenannte „Nebenblättchen".

Fig. 71.



395. Eine vegetative Vermehrung findet nur selten (Chara fragilis) durch „nacktfüssige Zweige" statt, die mit Ausnahme der fehlenden oder mangelhaften Berindung des untersten Internodiums den normalen Zweigen gleichen; ferner durch ebenfalls an den Knoten entspringende „Zweigvorkeime", die den aus der Spore hervorgehenden Vorkeimen entsprechend gebaut sind (§ 398).

Fig. 71. I. Blattstück von Chara fragilis mit Eiknospe *sp* (*k* deren Krönchen) und Antheridium *a* (Vergr. ca. 50). — II. Manubrium mit den Antheridiumschläuchen (Vergr. ca. 100). — III. Stück eines Antheridiumschlauches (Vergr. ca. 300). — IV. Spermatozoid (Vergr. 600). — V und VI. Junge Eiknospen (Vergr. 140). — VII. Junges Antheridium im optischen Längsschnitte (Vergr. 200). — VIII. Oberer Theil der befruchtungsreifen Eiknospe von Nitella tenuissima (Vergr. 140) und IX. solcher von Chara foetida (Vergr. ca. 70); *s* die Spalte zwischen den Rindenschläuchen, *k* Krönchen, *a* innere Vorsprünge der Rindenschläuche, *e* Ei. — X. Keimende Oospore von Chara crinita (Vergr. ca. 80); *v* Vorkeim, *w* Primärwurzel. — XI. Oberer Theil des Zweigvorkeimes von Chara fragilis (Vergr. 170); *v* Knospe des Vorkeimzweiges, *w* Wurzelknoten, 1—3 Blätter nach der Reihenfolge ihrer Entstehung. — V, VI, VIII—X nach De Bary, XI nach Pringsheim.

Antheridien und die hier als Eiknospen (Sporenknospen) bezeichneten weiblichen Organe entstehen auf den monöcischen oder diöcischen Pflanzen an morphologisch bestimmten Stellen der als Blätter betrachteten Aeste.

396. Das Antheridium ist eine kurz gestielte Hohlkugel, deren Wand aus acht flachen Zellen (Schildzellen) mit eingefalteten Seitenwänden besteht (Fig. 71 I, *a*). Auf der Mitte der Innenseite jeder Schildzelle sitzt eine stumpf kegelförmige Zelle (Manubrium — Fig. 71 II, *m*), auf dieser eine grössere kugelige „Kopfzelle“ mit einer Anzahl „Köpfchenzellen“, und auf letzteren entspringen schliesslich gewöhnlich je vier lange, gewundene, durch Querwände in bis 200 scheibenförmige Zellen gegliederte Schläuche (Fig. 71 II). Jede dieser Schlauchzellen enthält ein schraubig gewundenes Spermatozoid (Fig. 71 III, IV), das am vorderen, spitzeren Ende zwei lange zarte Wimpern trägt. Aus dem Grunde des Antheridiums ragt noch eine stumpf kegelförmige („flaschenförmige“) Zelle bis in die Mitte, hier die Kopfzellen stützend, vor. Schildzellen und Manubrien enthalten zur Zeit der Reife einen rothen, körnigen Farbstoff. Um diese Zeit zerfällt auch das Antheridium durch Trennung seiner Zellen. — Die Entwickelung dieses eigenthümlichen Organes erfolgt so, dass sich das junge einzellige Antheridium zuerst in Kugeloctanten theilt, aus denen wieder durch je 2 Tangentialwände je 3 Zellen entstehen: jede äussere wird zur Schildzelle, die mittlere zum Manubrium, die innere zur Kopfzelle (Fig. 71 VII). In Folge stärkeren Flächenwachsthums der Schildzellen weichen Manubrien und Kopfzellen aus einander und nun entstehen die Köpfchen- und Schlauchzellen durch Sprossung an den Kopfzellen, während die über der Stielzelle gelegene flaschenförmige Zelle nach innen emporwächst.

397. Die junge Eiknospe besteht aus 3 hinter einander gelegenen Zellen: Stielzelle, Knotenzelle und Oogonium (Centralzelle). Aus der Knotenzelle sprossen 5 schlauchförmige Zellen hervor, welche dem Oogonium dicht angeschmiegt (und mit ihm später verwachsend) über dem Scheitel desselben zusammenschliessen. Durch eine in halber Höhe entstehende Querwand werden sie in ein oberes und unteres Stockwerk getheilt (Fig. 71 V); ersteres wird von den lebhaft weiter wachsenden und sich spiralig windenden unteren Zellen (Rindenschläuchen) emporgetragen (Fig. 71 VI) und steht bald als „Krönchen“ auf der Spitze der Eiknospe (Fig. 71 I, *k*). Im Grunde des Oogoniums werden während dessen noch 1—3 kleine Zellen (Wendungszellen) abgegliedert; der grösste Theil enthält das Ei. Zwischen Oogonscheitel und Krönchen entsteht dadurch, dass hier die Rindenschläuche sich stärker nach innen vorwölben, ein mit wasserheller Substanz gefüllter Intercellularraum, der oben und unten trichterförmig, in der Mitte canalartig verengt ist. Kurz vor der Befruchtungsreife strecken sich die oberen Enden der fünf Rindenschläuche noch einmal und zerreissen dabei ringförmig ihre äussere cuticularisirte Membranschicht (Fig. 71 VIII, IX). Dadurch wird der erwähnte Intercellularraum erweitert und gleichzeitig bildet sich zwischen je zwei benachbarten Rindenschläuchen in der Höhe der oberen Höhlung des Intercellularraumes ein Längsspalt (Fig. 71 VIII, IX, *s*); die über dem Ei befindliche Membranpartie des Oogoniums erweicht

und füllt sammt wässeriger Flüssigkeit Intercellularraum und Spalten der Eiknospe, so dass hinzukommende Spermatozoiden leicht festgehalten werden (Fig. 71 IX) und zum Ei gelangen können, das an seinem freien Ende einen helleren Empfängnissfleck zeigt.

398. Nach der Befruchtung umgiebt sich das Ei mit einer farblosen Membran; die Seiten-, sowie namentlich die Innenwände der Rindenschläuche verholzen und färben sich braun bis schwarz, während die Aussenwände derselben erst gallertartig quellen und dann sich lösen. Die überwinterte keimfähige Eispore ist daher von einer derben, oft mit Kalk inkrustirten Schale umgeben, die von den Resten der Seitenwände der Rindenschläuche in Form von Spiralleisten geziert wird (Fig. 71 X). Bei beginnender Keimung sammelt sich im Scheitel der Eispore eine hellere Plasmamasse und grenzt sich durch Scheidewand von dem übrigen dunkelen, mit grossen Fetttropfen und Stärkekörnern erfüllten Protoplasma als planconvexe erste Knotenzelle ab. Diese theilt sich durch eine in der Längsaxe der Eispore liegende Wand in zwei neben einander liegende Zellen, deren eine zum Vorkeim, deren andere zum ersten Wurzelhaar schlauchförmig auswächst. Der bald Chlorophyll entwickelnde Vorkeimschlauch streckt sich und gliedert eine obere Zelle ab, die sich noch mehrere Male zur 3—6zelligen Vorkeimspitze theilt (Fig. 71 X, die oberen Zellen). Unter dieser wird durch eine Querwand noch einmal eine Zelle abgetrennt und diese theilt sich darauf in eine untere niedrige Zelle (den Wurzelknoten — Fig. 71 XI, *w*), eine mittlere längere und eine obere niedrige Zelle (den Stengelknoten). Letztere ist auf der einen Seite etwas höher und zerfällt durch drei parallele Längswände und darauf folgende Tangentialtheilungen in eine Zellenscheibe, aus deren ältester Zelle der Hauptstamm der jungen Pflanze (Fig. 71 XI, *v*), aus deren übrigen peripherischen Zellen „Blätter" (Fig. 71 XI, 1—3) sich entwickeln, während die Vorkeimspitze unverändert bleibt, aus dem Wurzelknoten Rhizoiden entspringen und die unter und über dem Wurzelknoten gelegenen Zellen sich noch bedeutend strecken.

Die parthenogenetische Fortpflanzung der Chara crinita, welche in Deutschland und Skandinavien nur in weiblichen Exemplaren bekannt ist, wurde bereits im § 349 erwähnt. Das Plasma der Characeenzellen zeichnet sich durch seine vorzügliche Rotation (§ 63) aus. Viele Charen sind stark mit Kalk inkrustirt und von einem widerlichen Geruche. Man unterscheidet 2 Unterfamilien. A. Nitelleae: Krönchenzellen durch Querwand getheilt (Fig. VIII), Stengel und Blätter nicht berindet: Nitella, Tolypella. — B. Chareae: Krönchenzellen ungetheilt (Fig. IX), Stengel und Blätter berindet oder unberindet: Chara.

4. Ordnung. Phaeophyceae. (S. 176.)

(Fucoideae, Melanophyceae, Melanospermeae.)

399. Die Braunalgen oder Tange sind ausnahmlos Meeresbewohner von olivengrüner bis dunkelbrauner Färbung, die durch das braune, das Chlorophyll verdeckende Phycophaeïn hervorgerufen wird, neben welchem sich noch Phycoxanthin findet. Weitere charakteristische Merkmale sind die, dass die zwei Cilien der braunen Schwärmzellen wie der schwärmenden Gameten an der Basis des Schnabels entspringen (und die eine nach vorne, die andere nach hinten gerichtet ist), dass die Gametencopulation (isogame wie oogame) stets ausserhalb der Mutterpflanze stattfindet und die Zygote (respective Oospore) sofort zur jungen Pflanze auswächst. Der Bau des Thallus

ist ein äusserst mannigfaltiger und auf ihm beruht, da die Kenntniss der geschlechtlichen Fortpflanzung eine sehr lückenhafte ist, der Hauptsache nach das zum Theil künstliche System der Ordnung. Mit ziemlicher Sicherheit lassen sich die zwei Unterordnungen der Phaeosporeae und Fucaceae unterscheiden (vgl. jedoch § 400), erstere mit ungeschlechtlicher Fortpflanzung durch Schwärmzellen und geschlechtlicher (nur von wenigen Arten bekannter) durch schwärmende Gameten, — letztere durch den Mangel der Schwärmzellen und durch oogame Fortpflanzung ausgezeichnet.

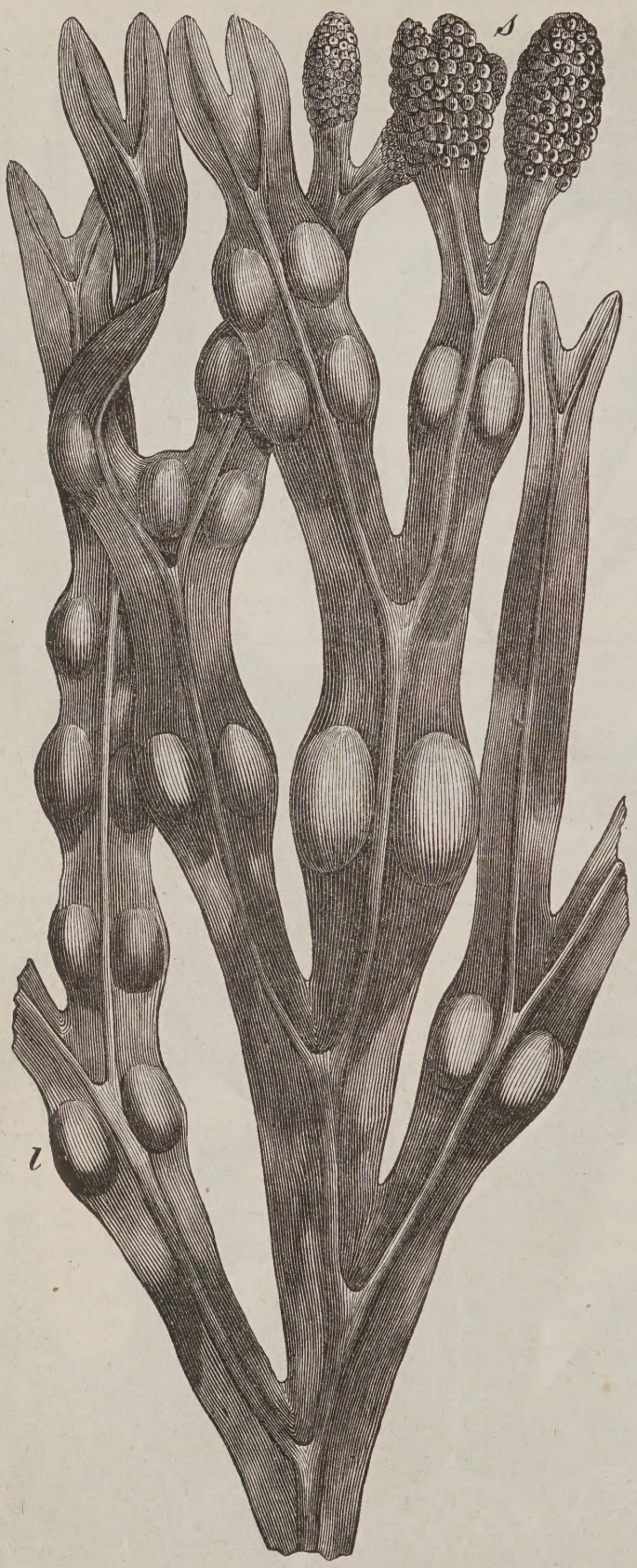
1. Unterordnung. Phaeosporeae.

400. Diese Unterordnung erzeugt ihre mit rothem Pigmentfleck versehenen Schwärmzellen und Gameten in sogenannten Sporangien, welche bei den niedersten Formen als oft unveränderte Zellen der Thallusäste, sonst aber als haarähnliche Bildungen auftreten. Die Sporangien sind ein- oder vielzellig und es besitzen manche Braunalgen nur die ersteren (Laminarieen) oder nur die letzteren (Scytosiphon, Phyllitis), die Mehrzahl jedoch beiderlei Formen und dann entweder auf demselben Individuum oder bisweilen auf verschiedenen Pflanzen (Cladostephus); oder es erscheinen die vielzelligen Sporangien später, als die einzelligen (Ectocarpeen). Aus den einzelligen Sporangien treten die zahlreichen Schwärmzellen durch eine gemeinsame, meist auf dem Scheitel gelegene Oeffnung aus, bei den mehrzelligen entweder in gleicher Weise (wobei die Wände der je nur einen Schwärmer erzeugenden Zellen vom Scheitel aus allmählich gelöst werden) oder so, dass jedes Fach sich einzeln öffnet. Geschlechtliche Fortpflanzung ist zunächst für Ectocarpus, Scytosiphon und Giraudia bekannt. Bei Ectocarpus siliculosus und Scytosiphon lomentarius sind die beiderlei in vielzelligen Sporangien entstehenden Gameten nicht nur unter sich, sondern auch den Schwärmzellen völlig gleich. Aber die einen (weiblichen) heften sich nach kurzem Schwärmen mit der nach vorne gerichteten Cilie festen Gegenständen an, um dann durch allmähliches Einziehen dieser Wimper und während auch die zweite mit dem Plasmakörper verschmilzt, letzteren dem Anheftungspunkte nahe zu bringen. Mit der nur für wenige Minuten befruchtungsfähigen, aber keinen Empfängnissfleck zeigenden weiblichen Gamete copulirt eine der lange umherschwärmenden männlichen Gameten in der Weise, dass zuerst die vordere Cilie, dann der Schnabel der Gamete das Hinterende des weiblichen Körpers berührt und von hier aus die Verschmelzung stattfindet. Die auch wohl als eigene Ordnung betrachtete Familie der Cutleriaceae (Cutleria, Zanardinia) weicht bezüglich des Sexualactes dadurch ab, dass die einzeln in der Mutterzelle entstehende weibliche Gamete um das Vielfache grösser ist, als die zu 8 in den Zellen erzeugten männlichen Planogameten, dass sie vor der Befruchtung zur Ruhe kommend sich zur Kugel abrundet und dann einen deutlichen Empfängnissfleck zeigt, an welchem die Copulation stattfindet. Während ferner bei den erstgenannten Gattungen, sowie bei Zanardinia die aus der Zygote hervorgehende ungeschlechtliche Generation der geschlechtlichen im wesentlichen gleicht, tritt erstere bei Cutleria mit abweichender Thallusform auf, ohne dass indessen die Entwickelungsgeschichte lückenlos bekannt wäre.

Fig. 72.

Fig. 72. *a* Laminaria digitata Lamour. *b* und *c* L. Cloustoni Edm.; *d* junge Pflanze der letzteren. *a*—*c* verkleinert, *d* in natürlicher Grösse.

Fig. 73.



401. Bezüglich des Thallusbaues charakterisirt sich die Familie der **Sphacelariaceae** (Sphacelaria, Cladostephus) durch das Wachsthum mittels grosser Scheitelzelle, welche durch Querwände scheibenförmige Segmente abgliedert, die in Folge weiterer Theilungen einen meist einfachen Gewebekörper erzeugen. — Die **Ectocarpeae** (Ectocarpus) umfassen, wie die Sph., kleine Braunalgen, deren Thallus aus verzweigten, confervenartigen Zellreihen besteht, von denen jeder Ast in ein Haar ausläuft. Am Grunde dieses Haares liegt der intercalare Vegetationspunkt, welcher sowohl dem unter ihm liegenden Thallusstücke, als auch andererseits dem stetig von der Spitze her absterbenden Haare neue Zellen zuführt. In der Familie der **Mesogloeaceae** besteht der Thallus aus ectocarpusartigen Fäden, die aber durch Gallerte mit einander verklebt oder verwachsen sind, so dass polsterförmige (Elachista) oder cylindrische, bisweilen verzweigte (Mesogloea) pseudoparenchymatische Gewebekörper entstehen. — Die Riesen unter den Algen enthält die Familie der **Laminarieae.** Ihr gewöhnlich lederartiger, aus parenchymatischem (dem der Fucaceen ähnlichen, § 402) Gewebe bestehender Thallus erhebt sich auf wurzelartig verzweigtem, als Haftorgan dienendem Basaltheile (vgl. Fig. 72) als mehr oder minder entwickelter Stiel oder Stamm, der an seinem Ende ein einziges „Blatt“ oder eine grössere Anzahl von „Blättern“ trägt oder sich auch baumartig verzweigt und an den Zweiggipfeln mit Blättern endigt. Die auf den „Blättern“ haufen-

Fig. 73. Fucus vesiculosus L. Ein Ast der Pflanze in natürlicher Grösse. *l* Lufthöhlen im Gewebe. *s* Fructificationsorgane

weise beisammen stehenden oder gleichmässig über die Oberfläche vertheilten Sporangien sind einzellig und mit einzelligen keulenförmigen Haaren (Paraphysen) gemengt. Gameten sind unbekannt. Die Laminarieen bewohnen die Meere der gemässigten, vorzüglich aber der kälteren Zonen, meist gesellig vorkommend und oft submarine Wälder bildend. Als medicinisch wichtige Gattung ist Laminaria zu nennen, deren Thallus auf langem Stiel ein einzeln endständiges, ungetheiltes oder handförmig gespaltenes, rippenloses „Blatt" trägt und deren Sporangien auf der Mitte beider Blattflächen grosse, unregelmässige, flach polsterartige Fruchthäufchen bilden. Officinell ist L. Cloustoni Edm. (L. digitata Lamour.) der europäischen Küsten, deren Stengel zu chirurgischen Zwecken verwendet wird. Ihr blattartiger Thallustheil wird in jedem Jahre in der Weise erneuert, dass der an der Grenze zwischen Blatt und Stiel gelegene Vegetationspunkt im Winter zu einem neuen „Blatte" auszuwachsen beginnt, welches das alte, allmählich absterbende Blatt emporträgt, dabei durch Rissbildung in Folge eines eigenthümlichen Wachsthumsprocesses zerschlitzt und nach Abstossung des vorjährigen Blattes das handförmig getheilte junge Laub bildet, um im nächsten Jahre in gleicher Weise wieder abgeworfen zu werden (Fig. 72 *b*). Aus L. saccharina (Zuckertang) wird Syrup (Mannit) gewonnen. Von den übrigen Gattungen zeichnet sich Alaria durch die starke Mittelrippe des Blattes aus, Nereocystis durch den nach oben in eine keulenförmige Blase erweiterten Stiel, welcher auf dem Scheitel ein vielfach riemenartig zerschlitztes Blatt trägt, und Agarum durch das gitterartig durchlöcherte Blatt, alle drei der nördlichen Hemisphäre eigen. Die bis 200 m lange Macrocystis pyrifera trägt am fluthenden Stengel zahlreiche lanzettliche, am Grunde mit grosser birnförmiger Schwimmblase versehene „Blätter", welche sich in Folge eines ähnlichen Processes, wie die Blattlappen bei Laminaria, von dem allmählich wachsenden, flachen Thallusende abspalten. Die den antarktischen Meeren eigene, an Trauerweiden erinnernde Gattung Lessonia besitzt aufrechte, bis 20 cm dicke Stämme, die bis zu ca. 3 m Höhe ungetheilt sind, dann sich wiederholt in allmählich dünnere Zweige gabeln, deren jeder ein bis 70 cm langes, herabhängendes „Blatt" trägt. Vgl. weiter § 404.

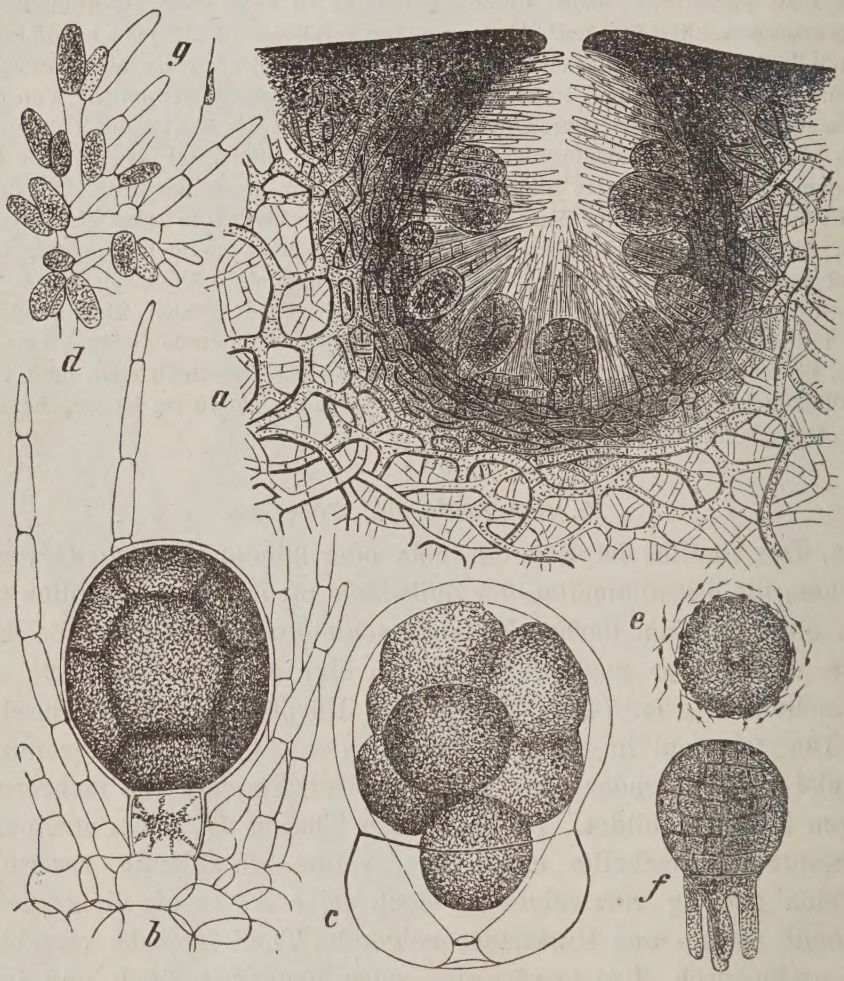
2. Unterordnung. Fucaceae.

402. Der Thallus ist stets ein mehr oder minder massiger Gewebekörper, in welchem die Mittellamellen der Zellwände oft derartig gequollen sind, dass die von einer inneren derben Membranschicht umschlossenen Zellhöhlungen in Form verzweigter gegliederter Fäden eine homogene Gallerte zu durchziehen scheinen (Fig. 74 *a*), der ganze Körper knorpelige Beschaffenheit zeigt. Der terminal in einer Vertiefung der Zweigenden liegende Vegetationspunkt wird entweder von einer Scheitelzelle oder von mehreren gleichwerthigen Zellen gebildet. Die Basis des Thallus ist meist zu einer flachen, oft gelappten Haftscheibe entwickelt, selten wurzelartig verzweigt. Der übrige sich gabelig verzweigende, doch seine Aeste oft nicht gleichmässig ausbildende (Lang- und Kurztriebe zeigende) Theil ist sehr verschieden gestaltet: cylindrisch (Pycnophycus) oder bandartig flach und dann wohl auch von einer Mittelrippe durchzogen (Fucus) oder mit den Rändern eingerollt (Pelvetia), — oder die Auszweigungen nehmen verschiedene Form an, theils als anders gestaltete Fruchtäste, theils als blattartige Organe, und bei Sargassum und Anthophycus geht die Gliederung so weit, dass sich gegenüber derjenigen höherer Pflanzen wesentliche Unterschiede kaum finden lassen. Grosse blasige, als Schwimmapparate functionirende Luftlücken, welche in verschiedener Anordnung auftreten, bei Sargassum sogar die Form gestielter Beeren annehmen, lassen die Gestalt des Thallus oft noch mehr wechseln, desgleichen die bei manchen Arten am Grunde des Thallus auftretenden, endogen angelegten Adventivsprosse, welche der ungeschlechtlichen Vermehrung dienen.

403. Antheridien und Oogonien sitzen in als Conceptacula bezeich-

neten, dem Thallus (oft auf besonderen Abschnitten oder Fruchtästen: Fucus — Fig. 73 —, Pelvetia, Cystoseira) eingesenkten und mit enger Oeffnung nach aussen mündenden, ausserdem noch mit gegliederten Haaren ausgekleideten Höhlungen (Fig. 74 *a*). Das Conceptaculum enthält entweder beiderlei Geschlechtsorgane (Fucus platycarpus, Pelvetia canaliculata, Pycnophycus tuberculatus) oder nur männliche oder weibliche und dann auf verschiedenen Individuen (Himanthalia lorea, Fucus vesiculosus, F. serratus).

Fig. 74.



Die Antheridien sind die länglich-eiförmigen Endzellen verzweigter gegliederter Haare (Fig. 74 *d*). Jedes Antheridium erzeugt zahlreiche kleine, birnförmige oder seitlich zusammengedrückte Spermatozoiden, deren 2 nach vorne und hinten gerichtete Cilien von einem seitlichen Pigmentflecke entspringen (Fig. 74 *g*). Die Oogonien sind eiförmige bis kugelige, auf einzelligem Stiele sitzende Zellen, deren dunkelbraunes Plasma sich zu einer Eizelle formt (Pycnophycus, Himanthalia, Cystoseira) oder in 2—8 Eier zerfällt (Pelvetia, Fucus, Ozothallia — Fig. 74 *b*). Die Spermatozoiden treten entweder

Fig. 74. Fucus vesiculosus L. *a* Längsschnitt durch das weibliche Conceptaculum (Vergr. 50). *b* Oogonium und Paraphysen, Beginn der Eibildung. *c* Sich öffnendes Oogonium. *d* Antheridien. *e* Ei mit anhängenden Spermatozoiden. *f* Junge Pflanze (*b*=*f* in 160 facher Vergr.). *g* Spermatozoid (Vergr. 350). Nach Thuret.

direct oder in eine innere sich später am Ende öffnende Membranlamelle des Antheridiums eingeschlossen, die Eier von der gallertartig quellenden inneren Membranschicht des Oogoniums umschlossen aus (Fig. 74 *c*), beiderlei Geschlechtsproducte bei den zur Ebbezeit vom Wasser entblössten Fucaceen während der Ebbe, um bei eintretender Fluth sich zu zerstreuen. Die Spermatozoiden hängen sich zahlreich dem kugeligen Ei an (Fig. 74 *e*) und versetzen dasselbe dann oft in rollende Bewegung. Das befruchtete Ei wächst nach Umhüllung mit einer Membran sofort zur jungen Pflanze aus (Fig. 74 *f*), deren Entwickelungsgeschichte jedoch nur unvollständig bekannt ist.

404. Die Fucaceen gehören zu den grösseren Algen unserer Küsten, wenn sie auch nicht die Dimensionen der Phaeophyceen erreichen. Mit letzteren zusammen sind sie durch das aus ihrer Asche gewonnene Jod und als Dünger nutzbar; manche Arten werden auch als Viehfutter benutzt oder als Salat, Suppe etc. zubereitet von Küstenbewohnern gegessen. Sargassum bacciferum (Beerentang) ist die Alge der Sargasso- oder Krautseen (atlantischer Ocean).

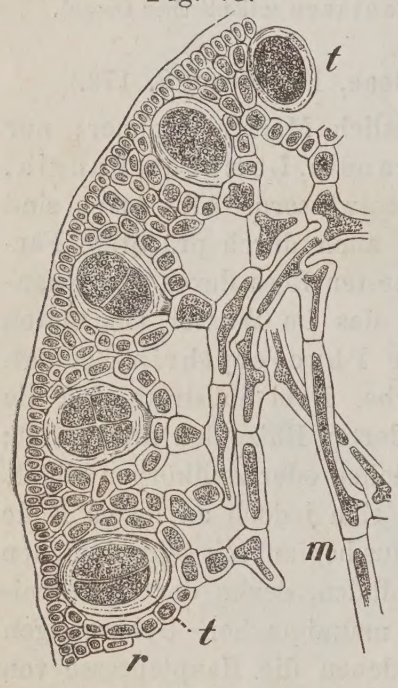
5. Ordnung. Rhodophyceae. (Rhodospermeae, Florideae, S. 176.)

405. Die Rothalgen sind fast ausschliesslich Meeresbewohner; nur wenige Gattungen (Batrachospermum, Chantransia, Lemanea, Bangia, Hildenbrandtia) leben in rasch fliessenden Süsswässern. Alle Arten sind sowohl durch eigenthümliche Fortpflanzung als auch durch prächtige Färbung ausgezeichnet. Letztere wechselt vom zartesten Rosa durch alle Nuancen des Roth bis zum Violett und wird durch das im Wasser aus todten Pflanzen lösliche, das Chlorophyll verdeckende Phycoerythrin bedingt. Nur einzelne Arten zeigen schmutzig-grüne Farbe. Dem Substrate sind die Rothalgen mittels einzelliger oder quer gegliederter Rhizoiden angeheftet; oder es treten bei Formen, deren Thallus Zellflächen oder Zellkörper bildet, die Rhizoiden zu Büscheln verwachsen auf, die sich jedoch an ihrem Ende häufig in die einzelnen Fäden auflösen. Der Thallus beginnt mit sehr einfachen Formen, mit verschiedenartig verzweigten Zellenfäden, denen der Confervoideen ähnlich (Bangia, Callithamnion). In mannigfachen Uebergängen schliessen sich diesen solche Formen an, bei denen die Hauptsprosse von den untersten Gliederzellen der Aeste aus in ähnlicher Weise wie bei Characeen (§ 394) berindet werden (Ceramium, Batrachospermum). Daran reihen sich blattartige einschichtige Zellflächen (Porphyra) und mehrschichtige, krustenartig dem Substrate angeheftete Zellkörper (Hildenbrandtia), bis schliesslich massige Gewebekörper von oft complicirtem Baue und häufig mit verschiedenartiger Ausbildung der Verzweigungen (Lang- und Kurztriebe, stamm- und blattartig entwickelte Glieder, eigen gestaltete Fruchtäste). Nachträgliche Verwachsung freier Seitenäste kommt bei Dictyurus, Claudea und einigen anderen Gattungen vor. Das Scheitelwachsthum wird gewöhnlich durch eine durch Querwände sich theilende Scheitelzelle vermittelt, bei Arten mit flach dem Substrate aufliegendem Thallus wohl auch durch mehrere neben einander liegende gleichartige Zellen (Scheitelkante bei Melobesia, Peyssonelia), bei einzelnen Formen durch in einer Ebene liegende Scheitelzellen (Scheitelfläche der Corallineen). Die Zellwände grösserer Gewebekörper zeigen gewöhnlich den bereits unter den Phaeophyceen erwähnten Bau § 402 — Fig. 76). Dagegen zeichnen sich die Corallineen durch so starke Incrustation der Membranen ihrer vegetativen Zellen durch kohlen-

sauren Kalk aus, dass der Thallus steinhart ist und an Corallenstöcke erinnert.

406. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung ist an die Bildung der nackten Brutzellen geknüpft, welche nur den Nemaliaceen und Lemaneaceen zu fehlen scheinen. Dieselben werden bei den aus Zellenreihen aufgebauten Formen fast ausschliesslich von den Endzellen der Sprosse erzeugt; bei den übrigen Florideen sind ihre Mutterzellen fast stets dem Thallus eingesenkt (Fig. 75), der bei einschichtigem Baue zu diesem Zwecke an den die Brutzellen entwickelnden Stellen dreischichtig wird. Bisweilen treten die Brutzellen auch an besonders gestalteten Thallusästen (Stichidien) auf. Der Regel nach entstehen sie zu 4 in ihrer Mutterzelle, werden daher als Tetrasporen bezeichnet. Sie bilden sich dann entweder durch wiederholte Zweitheilung des Plasmas in einer Reihe (Corallineen, Dudresnaya) oder als Kugelquadranten (Fig. 75) oder am häufigsten bei simultaner Viertheilung in tetraëdrischer Lagerung aus. In anderen Fällen wird der ganze Plasmakörper der Mutterzelle zu einer, zwei oder vielen Brutzellen gestaltet. Die Brutzellen treten aus der am Scheitel reissenden Membran ihrer Mutterzelle als hautlose Plasmakörper aus, die unter Umhüllung mit einer Membran sofort zur jungen Pflanze sich entwickeln.

Fig. 75.



407. Die Geschlechtsorgane treten seltener auf Brutzellen erzeugenden (Chantransia corymbifera, Polysiphonia fibrillosa), gewöhnlich auf anderen Individuen auf, und dann entweder monöcisch (Nemalion multifidum, Lejolisia mediterranea — Fig. 59 V, S. 172) oder am häufigsten diöcisch, so dass Triöcie (mit ungeschlechtlichen, männlichen und weiblichen Individuen) die gewöhnliche Erscheinung ist. Die Antheridien stehen in der Regel als kugelige, birnförmige oder ovale, stark lichtbrechendes, farboses Plasma enthaltende Zellen einzeln oder zu 2 (Batrachospermum) oder mehreren büschelig an den End- und Gliederzellen verzweigter Fäden (Fig. 59, I *a*) oder sie bedecken die betreffenden Zellen wie ein Ueberzug (Fig. 59 V, *a*). In anderen Fällen bilden sie eine einfache zusammenhängende, oft polsterartig vorragende Schicht an der freien Oberfläche des Thallus (Plocamium, Nitophyllum), oder sie stehen in engmündigen, den Conceptakeln der Fucaceen (Fig. 74 *a*) gleichenden Höhlungen des Laubes (Corallineen, Gracilaria confervoides). Jede Antheridienzelle lässt ihr von einer zarten Membran umgebenes Plasma als Spermatium austreten. Die Spermatien (Fig. 59 I, *s*) sind ohne Cilien und daher bewegungslos. Sie werden dem weiblichen Organe passiv durch die Strömungen des Wassers zugeführt. Die weiblichen Organe

Fig. 75. Dumontia filiformis J. Ag. Querschnitt aus der Rindenschicht des Thallus mit Tetrasporen. *r* Rinde, *t* Tetrasporen, *m* Thallusmark. Vergr. 300. Nach Kützing.

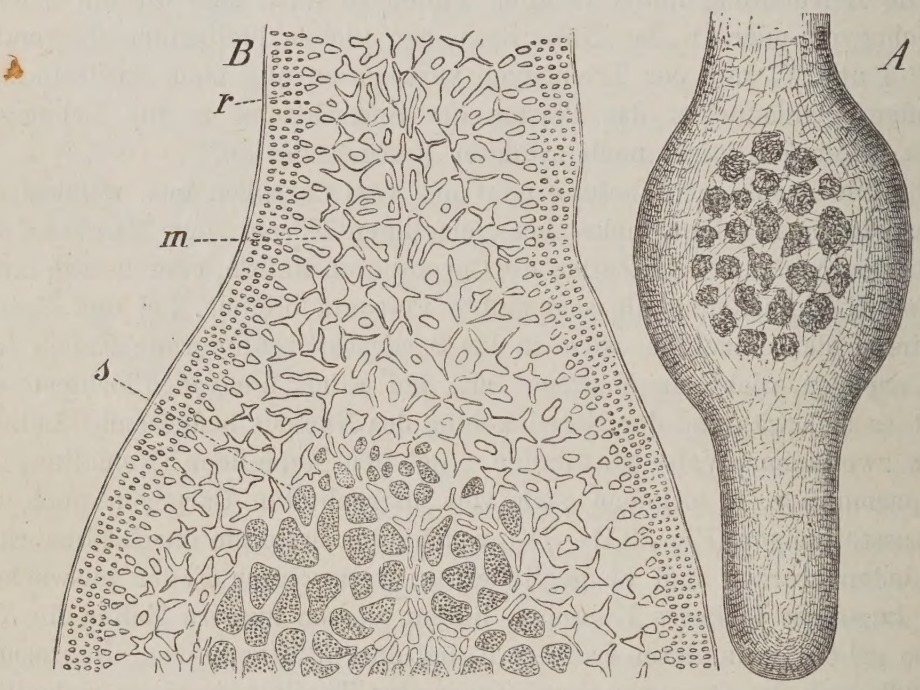
oder Procarpien bestehen gewöhnlich aus einem Empfängnissapparate, der Trichogyne (Fig. 59 I, II und V, *t*) und einem die Sporen erzeugenden Theile, dem Carpogon (Fig. 59 I, *o*; V, *e*). Beide sind im einfachsten Falle Theile einer Zelle, indem die Trichogyne nur als eine kurze (Bangiaceen) oder als haarartige Ausstülpung des Carpogons vortritt (Nemalieen Fig. 59 I, *t*). In der Regel wird aber die Trichogyne durch eine Membran vom Carpogon geschieden und letzteres ist dann bald einzellig oder häufig schon vor der Befruchtung mehrzellig (z. B. bei Lejolisia; Fig. 59 V). Auch der Empfängnissapparat kann dadurch complicirt werden, dass die Trichogyne auf einer seitlichen Zellenreihe des Carpogons entspringt, die sich weder bei der Befruchtung noch an der Fruchtbildung direct betheiligt und als Trichophor unterschieden wird. Bei vom Carpogon durch feste Zellwände abgeschlossener Trichogyne muss natürlich die Wirkung des befruchtenden Spermatienplasmas eine durch die Membran hindurch diosmotische sein (vgl. auch die Flechten). Die Befruchtung findet in allen Fällen so statt, dass die am Scheitel der Trichogyne oder in der Nähe desselben kleben bleibenden Spermatien (Fig. 59 I und V) mit der Trichogyne verwachsen und nach Auflösung des trennenden Wandstückes das Plasma des Spermatiums in die Trichogyne übertritt. Letztere stirbt nach erfolgter Befruchtung ab.

408. Die Fruchtentwickelung geht nur vom Carpogon aus, welches sich in allen Fällen in einen mehr- bis vielzelligen Körper, den Nucleus umwandelt, dessen sämmtliche Zellen die Carposporen liefern, oder dessen innere Zellen steril bleiben und die sogenannte Placenta bilden. Bei den Bangiaceen nimmt das einzellige, sich in bis 8 carposporenliefernde Zellen theilende Carpogon nicht an Volumen zu, bei allen übrigen Florideen vergrössert es sich während der Entwickelung des Nucleus bedeutend. Letztere kann in zweifacher Weise stattfinden. Bei den Nemalieen (Nemalion, Batrachospermum) z. B. erheben sich vom befruchteten Carpogon nach einander Ausstülpungen (Fig. 59 II—IV), welche von ersterem durch Membranen abgeschieden werden und zu gegliederten, verzweigten Fäden auswachsen, die ein kugeliges lockeres Köpfchen bilden, dessen äussere Zellen die Carposporen geben. Im anderen Falle (z. B. bei den Callithamnieen, Dudresnaya) verwandelt sich das Carpogon durch successive Theilung in einen vielzelligen geschlossenen Gewebekörper, dessen äussere Zellen (wie auch im ersteren Falle) die jüngsten sind, während bei beiden Fruchtarten die Carposporenbildung von aussen nach innen fortschreitet. Bleiben die Früchte nackt, so pflegt man sie als Keimhäufchen (Glomeruli, Favellae) zu bezeichnen. Häufig jedoch (Lejolisia: Fig. 59 V, *f* —, Polysiphonia etc.) wird der Nucleus von einer mehr oder weniger geschlossenen Hülle (Involucrum, Pericarpium) umwachsen, die Frucht zu einer Blasenfrucht (Cystocarpium, Keramidium). Diese Hülle nimmt von unter dem Carpogon befindlichen vegetativen Thalluszellen ihren Ursprung entweder in Form isolirter Aeste, welche getrennt bleiben (die meisten Nemaliaceen) oder zu einem geschlossenen Behälter verwachsen (Lejolisia: Fig. 59 V, *f*); oder die Hülle bildet von Anfang an einen einheitlichen Ringwall (Rhodomeleae). Ihre Anlage tritt ferner entweder schon vor der Befruchtung (Batrachospermum, Rhodomeleae) oder erst in Folge der letzteren auf (Lejolisia u. a.). Bei zahlreichen Flori-

deen ist das Carpogon dem Thallus eingesenkt und nur die Trichogyne ragt über die Thallusoberfläche vor. Dann liegt auch das Cystocarp im Thallusgewebe eingeschlossen (Fig. 76); seine Lage ist jedoch meist durch eine mehr oder weniger auffällige Anschwellung des letzteren angedeutet.

409. Einzelne Rothalgen sind durch besondere Eigenthümlichkeiten der weiblichen Organe oder des Fruchtbildungsprocesses ausgezeichnet. Das Procarp von Ceramium besitzt 2 Empfängnissapparate, dasjenige von Callithamnion dagegen 2 getrennte Carpogone mit nur einer Trichogyne. Bei Dudresnaya stehen die einzelligen Carpogone von den einen mehrzelligen Faden mit langer, am Grunde oft spiralig gewundener Trichogyne darstellenden Trichophorapparaten getrennt auf besonderen Aesten des aus verzweigten Zellreihen gebildeten Thallus. Nach der Copulation der Spermatien mit der Trichogyne wachsen die Trichophorzellen zu langen, unregelmässig gegliederten Schläuchen aus, welche zu den Carpogonzellen hinwachsen, mit diesen unter Resorption eines Membranstückes copuliren und so die Befruchtung vollziehen. Dabei kann der Befruchtungsschlauch sich über die Copulationsstelle hinaus verlängern, zu einem zweiten Carpogon hinüberwachsen und nach erfolgter Copulation in gleicher Weise ein

Fig. 76.



drittes, viertes u. s. w. Carpogon befruchten. Mit Dudresnaya stimmen Polyides rotundus und Arten der Gattungen Halymenia, Grateloupia etc. im Befruchtungsprocesse überein, und zwischen diesen Gattungen und den Florideen mit typischer Befruchtung bildet Corallina gewissermaassen ein Bindeglied. Bei Corallina sitzen die Procarpien wie die Antheridien (§ 407) im Grunde von Conceptakeln zahlreich beisammen. Ihr Bau ist derjenige der typischen Florideen, aber nur die centralen Procarpien eines Conceptaculums besitzen vollkommen entwickelte Empfängnissapparate, bei den peripherischen ist die Trichogyne rudimentär und für die Befruchtung ungeeignet. Trotzdem entwickeln gerade die letzteren Procarpien Carposporen, während die centralen, mit den Spermatien copulirenden steril bleiben. Nach erfolgter Befruchtung der centralen Procarpien verschmelzen nämlich sämmtliche Procarpien eines Conceptaculums unter Lösung der trennenden Wandstücke zu einer einzigen scheibenförmigen „carpogenen Fusionszelle". Diese erzeugt aus ihrem den peripherischen Procarpien entsprechenden Rande die Carposporen, bei C. mediterranea in der Weise, dass aus ihm

Fig. 76. Chondrus crispus Lyngb. A Querschnitt durch einen Fruchtlappen des Thallus, schwach vergrössert. — B Stück eines solchen Querschnittes mit einem Theile des Cystocarpes; *r* Rinde, *m* Mark des Thallus, *s* Sporen. Vergr. 270.

zahlreiche keulige Zellen hervorsprossen, die sich gegen die Fusionszelle durch Wände abgrenzen und unter Quertheilungen die Carposporen erzeugen. Als Carpospore functionirt bei allen Rothalgen der gesammte Plasmakörper der betreffenden Fruchtzelle. Dieser tritt (den Brutzellen gleich) als nackte, farbstoffreiche, meist bewegungslose Zelle aus. Nur an den Carposporen von Bangia, Porphyra und Helminthora ist eine amöbenartige Bewegung vor der Keimung beobachtet worden. Die Carposporen sind sofort entwickelungsfähig, umhüllen sich zunächst mit Membran und wachsen dann in für die einzelnen Formen verschiedener Weise zum Pflänzchen aus.

410. Die sehr lückenhafte Kenntniss der Entwickelungsgeschichte, ja selbst oft des feineren anatomischen Baues zahlreicher Formen, lässt eine Gliederung der Ordnung in natürliche Familien zur Zeit nicht durchführen. Von den besser bekannten Familien ist diejenige der **Bangiaceae** (Porphyraceae) durch einen Thallus aus unverzweigten Zellfäden (Bangia) oder einschichtigen laubartigen Zellenplatten (Porphyra), sowie durch die sehr primitive Ausbildung der Procarpien (§ 407) ausgezeichnet, so dass sie den niedersten Rang in der Ordnung einnimmt. — Die **Ceramiaceae** zeigen Formen mit gewöhnlich sehr regelmässig verzweigten Zellenfäden, deren Hauptsprosse meist von den Basalzellen der Seitenzweige aus berindet werden. Bei Callithamnion und Verwandten ist die Carpogonzelle, bei Ceramium und Verwandten die Trichogyne verdoppelt (§ 409). — Die **Nemaliaceae** (Batrachospermeae), den vorigen habituell sich anschliessend, oft (z. B. bei Batrachospermum) mit Berindung der Hauptsprosse, entwickeln keine Brutzellen und besitzen ein vollkommen einzelliges Procarp (§ 407). Unter ihnen erzeugt Batrachospermum aus der Carpospore zunächst einen einfachen, fädigen „Vorkeim", an dem erst später die Geschlechtspflanzen als abweichend gebaute, wirtelig verzweigte Sprosse auftreten, deren Keimhäufchen eine lockerästige Umhüllung erhalten. — Die **Lemaneaceae** (Lemanea) zeigen gleichfalls vegetativen Sprosswechsel, doch mit wesentlich anderem Bau der Geschlechtssprosse. Die **Rhodomeleae** (Polysiphonia, Laurencia, Alsidium, Dasya) sind durch frei am Thallus zur Entwickelung kommende, eigenthümlich gebaute Cystocarpien (ähnlich denen der Fig. 59 V, *f*) ausgezeichnet, die **Corallineae** (Corallina) durch die bedeutende Kalkincrustation der Membranen, die in Conceptakeln eingesenkten Fortpflanzungsorgane und die merkwürdige Fruchtbildung (§ 409). — Arzneilich wichtig ist die Familie der **Gigartineae**, deren fleischiger bis knorpelig-gallertartiger Thallus ein grosszelliges lockeres Mark und eine Rinde aus senkrecht zur Oberfläche verlaufenden, perlschnurartigen Reihen kleiner, rundlicher Zellen besitzt (Fig. 76). Cystocarpien den Thallusästen eingesenkt (Fig. 76), jedes Cystocarp aus mehreren von besonderen Hüllen umgebenen Kernen bestehend (Fig. 76 *A*, die dunkelen Flecken), deren jeder von einer geringen Anzahl ordnungslos zusammengehäufter, kugeliger bis birnförmiger oder unregelmässiger Sporen (Fig. 76 *B*) gebildet wird, welche an einige Male gabelig verzweigten Zellfäden entstehen. Hierher gehören Chondrus, Gigartina; vgl. § 411.

411. Viele Florideen werden von Küstenbewohnern als Salat oder Gemüse (Sphaerococcus palmatus) oder in Suppen gegessen, andere als Viehfutter benutzt. Officinell sind Chondrus crispus Lyngb. (Sphaerococcus Ag.) und Gigartina mamillosa J. Ag. (Sphaerococcus Ag.), beide an den Küsten der Nordsee und des atlantischen Oceans heimisch und Caraghen (irländisches Moos) liefernd, das auch technisch (in der Zeugdruckerei, Papier- und Filzfabrication) verwendet wird. Als obsolet sind zu erwähnen Gracilaria (Sphaerococcus) lichenoides Ag. (Fucus amylaceus, Ceylonmoos) aus dem indischen Ocean und Alsidium Helminthochorton Ktz. (Helminthochorton, corsicanisches Wurmmoos) aus dem Mittelmeere. Alle enthalten ausser Jod und Brom fast nur Bassorin.

II. Classe. Fungi. Pilze.

412. Die Pilze sind chlorophyllfreie, daher parasitisch oder saprophytisch lebende, mit wenigen Ausnahmen (Saprolegniaceen, viele Chytridiaceen) landbewohnende Thallophyten. Bei den niedrigst organisirten Formen ist der Thallus eine einzeln frei lebende (Chytridiaceen) oder mit ihres gleichen zu Colonien verbunden bleibende Zelle (Saccharomyceten), welche sich bei den etwas höher differenzirten Chytridiaceen (Rhizidium) schon in einen die Ernährung besorgenden mycelartigen und einen

der Fortpflanzung dienenden Theil gliedert. Die allermeisten Pilze aber entwickeln aus der keimenden Spore einen mehr oder weniger verzweigten, querwandlosen (Zygomyceten, Saprolegniaceen) oder gewöhnlich durch Querwände gegliederten, durch Spitzenwachsthum seiner Zweige sich vergrössernden Thallus (Fig. 80 *d*), dessen einzelne Aeste man als Hyphen bezeichnet. An diesem Thallus unterscheidet man den rein vegetativen, der Ernährung dienenden, auf der Oberfläche oder innerhalb des Nährsubstrates sich ausbreitenden Theil als Mycelium, von dem sich die Fortpflanzungsorgane als Fruchtträger erheben.

413. Das Mycelium tritt bei den meisten Pilzen in Form frei verzweigter Hyphen auf (Fig. 80 *d*), die jedoch dort, wo sie auf einander treffen, mit einander verwachsen und unter Lösung der trennenden Wandstücke in offene Verbindung treten können. Vegetirt das Mycelium in Nährstofflösungen, oder durchwächst es die Zellen seines lebenden oder schon todten Substrates, oder wuchert es in den Zellwänden selbst, so ist seine gesammte Oberfläche zur Aufnahme der Nährstoffe befähigt; wächst es nur auf der Oberfläche seiner Wirthpflanzen (Erysipheen) oder durchzieht es die Intercellularräume derselben (Ustilagineen), so sendet es von Strecke zu Strecke kurze, oft abweichend gestaltete Aeste, sogenannte Haustorien, in das Innere der angrenzenden Zellen, denen dann durch diese Saugorgane die dem Mycelium nöthigen Nährstoffe entzogen werden (Fig. 81 *i*; Fig. 83 IV, *m*). Für das Eindringen der Haustorien und Keimschläuche durch geschlossene Zellmembranen (oder durch die Chitinhaut eines thierischen Körpers), sowie für das Wuchern ganzer Mycelien in den festen Zellwänden, die dann wie zerfressen erscheinen, in Trümmer zerfallen oder in vielen Fällen nach und nach aufgelöst werden, dürfen wir wohl annehmen, dass das Mycelium Fermente ausscheidet, welche die Cellulose zu lösen vermögen (§ 217). Dass nach dem Durchtritt eines Keimschlauches durch die Wand einer lebenden Zelle die Oeffnung in der Wand wieder unkenntlich wird, also geschlossen zu werden scheint, könnte durch ein einfaches Zurseiteschieben der Cellulosemicelle, aber auch so gedeutet werden, dass die lebende Zelle die Oeffnung durch Regeneration der verloren gegangenen Substanz wieder schliesst.

414. Bei manchen Pilzen tritt das Mycelium in der abweichenden Gestalt auf, dass zahlreiche Hyphen sich zu dünneren oder dickeren wurzelartigen Mycelsträngen, bisweilen auch zu band- oder plattenförmigen Körpern vereinigen, indem sie unter gemeinsamem Spitzenwachsthum sich dicht verflechten oder innig mit einander verwachsen. Hierher gehören z. B. die schwarz berindeten Gebilde, welche man früher unter dem Namen Rhizomorpha als eigene Pilzgattung beschrieb (vgl. Fig. 112, den verzweigten schwarzen Strang, welcher die einzelnen Fruchtkörper trägt). Bei vielen Pilzen entstehen ferner durch Verflechtung und Verwachsung von Mycelhyphen knollige, gleichfalls meist dunkelrindige Körper verschiedener Form und Grösse, die sogenannten Sclerotien: Dauerzustände des Myceliums, welche befähigt sind, eine längere Ruheperiode und während derselben besonders Austrocknung zu ertragen, um bei Eintritt günstiger Vegetationsbedingungen sich weiter zu enwickeln (§ 452, Fig. 87, 88, 90).

415. Die Fruchtträger oder Fruchtkörper werden in den aller-

meisten Fällen auf ungeschlechtlichem Wege gebildet. Sie sind dann entweder einzeln und frei sich vom Mycelium erhebende Hyphen, die wieder einfach oder verzweigt sein können (Fig. 81 *a*, 80 *d*, 86 *A*); oder sie entstehen auch durch Verflechtung zahlreicher Hyphen und erreichen dann oft bedeutende Grösse, wie z. B. die Fruchtträger der Hutpilze (Fig. 112 u. folg.). Im letzteren Falle stehen die die Fortpflanzungszellen tragenden Hyphenäste (allein oder mit sterilen Hyphenzweigen gemischt) in grösserer Anzahl in einer Schicht, dem Fruchtlager oder Hymenium (Fig. 113, 115), neben einander; doch bezeichnet man mit letzterem Namen auch eine in geschlechtlich erzeugten Fruchtkörpern auftretende Schicht sporenentwickelnder Organe (wie in Fig. 95 und 97 die zahlreich beisammen stehenden Sporenschläuche). Die ungeschlechtlichen Fortpflanzungszellen sind nur selten Schwärmzellen (Saprolegniaceen, Chytridiaceen). Gewöhnlich treten sie als unbewegliche, mit Membran umhüllte Brutzellen oder Gonidien (vielfach auch Conidien genannt) auf, welche bei Mucor (Fig. 80 *a*) durch Theilung des Plasmas innerhalb der kugelig angeschwollenen Mutterzelle, bei den meisten Pilzen aber durch Abschnürung am Ende einer Hyphe gebildet werden. Letztere bleibt dabei in zahlreichen Fällen im wesentlichen unverändert, indem einfach unterhalb des Scheitels eine Querwand auftritt und die so erzeugte Zelle als Gonidie sich ablöst. Vielfach aber schwillt das betreffende Hyphenende vorher blasig an und die Anschwellung wird durch Querwand als Gonidie abgegliedert (Fig. 81 *a*), oder das Hyphenende treibt zuerst besondere Fortsätze (Sterigmen), an denen die Gonidien entstehen (Fig. 85 und Text). Auch die Zahl der von einem Hyphenaste producirten Gonidien kann wechseln, der betreffende Ast nach Abschnürung der ersten Gonidie sein Wachsthum einstellen und damit zur Erzeugung weiterer Gonidien unfähig werden (Fig. 81 *a*), oder aber unterhalb der ersten Gonidie weiter wachsen und eine zweite, in gleicher Weise eine dritte, vierte, eine ganze Kette von Gonidien bilden (Fig. 81 *k*, 86 *A*), von denen natürlich jede untere jünger ist, als die über ihr stehenden. Die Gonidien sind sofort keimfähig und erzeugen gewöhnlich direct ein neues Mycelium, selten (bei Peronosporeen) aus ihrem Inhalte zunächst Schwärmzellen.

416. Geschlechtliche Fortpflanzung ist bei verhältnissmässig nur sehr wenigen Pilzen bekannt. Sie ist entweder eine isogame mittels unbeweglicher copulirender Zellen (Zygomyceten, Fig. 80 *e*, *f*), oder sie findet oogam statt (Peronosporeen, Saprolegniaceen, Fig. 81 *h*), wobei jedoch (die Gattung Monoblepharis ausgenommen) keine Spermatozoiden nach Art derjenigen der Algen zur Entwickelung kommen; — oder sie wird durch ein Archicarpium und ein demselben sich anlegendes Antheridium vermittelt (§ 357), aber das Archicarp erzeugt nicht direct aus seinem Inhalte das zu befruchtende Ei, sondern es entwickelt nach der Befruchtung sporenbildende Schläuche. Dass die Flechten bezüglich der Befruchtungsvorgänge sich den Rhodophyceen unter den Algen anschliessen, wurde schon (§ 357) erwähnt. Ueber die Einzelheiten in den geschlechtlichen Vorgängen müssen die speciellen Abschnitte nachgesehen werden.

417. In ihren Beziehungen zu anderen Organismen erregen die Pilze ein ungleich höheres Interesse als die Algen, da viele ihrer Mitglieder die Ursache der Erkrankung gewisser Cultur-

gewächse sind oder bestimmte Krankheiten des thierischen oder menschlichen Körpers veranlassen, andere als Gährungs- oder Fäulnisserreger auftreten. Parasitische oder saprophytische Pilze sind bezüglich ihrer Lebensweise meist streng gesondert. Doch können Parasiten vielfach in geeigneten Nährlösungen cultivirt werden oder gelegentlich als Saprophyten auftreten, oder es durchlaufen manche parasitische Pilze nur bestimmte Lebensstadien in der lebenden Pflanze und erreichen ihre volle Entwickelung erst in den abgestorbenen und in Verwesung übergehenden Pflanzentheilen. Das Mycelium parasitischer Pilze kann unter Umständen direct von einer befallenen Pflanze in eine andere benachbarte hineinwachsen (so bei unterirdischen Organen). Gewöhnlich aber erfolgt die Infection durch die Keimschläuche der Gonidien oder Sporen oder der zur Ruhe gelangten Schwärmzellen. Oft vermag ein Keimschlauch nur durch die Spaltöffnungen der Oberhaut einzudringen (Cystopus, Uredo); in vielen Fällen aber durchbohrt er direct die unverletzte Wand der Epidermiszellen (Fig. 81 *g*, — vgl. auch § 413), oder er ist wenigstens im Stande, an verletzten Stellen der Pflanzentheile ins Innere der letzteren zu gelangen (so z. B. die Keimschläuche von Penicillium, Mucor, Botrytis und anderen Schimmelpilzen, welche das Faulen fleischiger Früchte veranlassen).

418. Bezüglich des Verhältnisses zur Nährpflanze ist noch zu bemerken, dass der Parasit sich in manchen Fällen vom Orte seines Eindringens nur wenig entfernt, daher ganz locale Erkrankung bewirkt, dass in anderen Fällen sein Mycelium vom befallenen Punkte aus weiter um sich greift und einen grösseren Theil der Nährpflanze zerstört. Oder der Schmarotzer ruft an der Stelle, an welcher er eindrang, keine Krankheitserscheinungen hervor, sondern das in der Pflanze fortwachsende Mycelium bewirkt solche in einem ganz anderen, oft weit entfernt liegenden und bestimmten Organe, wie dies z. B. in sehr auffallender Weise die Brandpilze thun. Auch die Wirkungen des Parasiten auf seine in vielen Fällen ganz bestimmte Nährpflanze (oder die Arten einer Gattung oder Familie) ist eine verschiedene. In den seltensten Fällen (bei einigen Chytridiaceen und Saprolegniaceen) ruft der eingedrungene Pilz keine merklichen Veränderungen hervor, so dass die Wirthpflanze nichts Krankhaftes zeigt. In anderen Fällen wird der Inhalt der mit dem Mycelium in Berührung tretenden Zellen der Nährpflanze mehr oder weniger aufgezehrt: Stärke und Chlorophyll verschwinden, die etwa bleibenden Protoplasmareste bräunen sich und schrumpfen, die schlaff werdenden Zellwände sinken zusammen, verlieren ihr Wasser und werden trocken, der befallene, farblos, gelb oder braun werdende Pflanzentheil vertrocknet oder geht in — feuchter Umgebung, oder wenn er fleischig war — in Fäulniss über, die oft durch das Hinzutreten saprophytischer Pilze beschleunigt wird. Der Parasit kann aber auch feste Zellwände und damit schliesslich ganze Gewebe oder Organe seiner Wirthpflanze zerstören (§ 413); oder er übt einen eigenthümlichen Reiz aus, der eine aussergewöhnlich reiche Zufuhr von Nährstoffen nach dem befallenen Theile, damit meist sehr vermehrte locale Zellbildung und eine abnorme Vergrösserung (Hypertrophie) des Organes bewirkt, eine Umgestaltung, welche der bei der Erzeugung von Gallen oder Cecidien ähnlich ist, so dass man in diesen Fällen von Pilzgallen oder Mycocecidien redet.

419. Von den Pilzen werden neuerdings vielfach die hier noch angeschlossenen Ordnungen der Myxomyceten und Schizomyceten als eigene Gruppen abgetrennt, wobei letztere, wie (§ 358) erwähnt, mit den Schizophyceen (§ 362) zur Abtheilung der Spaltpflanzen vereinigt werden können. Die **Myxomyceten** sind dadurch ausgezeichnet, dass das Protoplasma ihrer Sporen in Form amöbenartiger Schwärmer auskriecht, die sich eine Zeit lang selbständig bewegen, welche wachsen, sich durch Theilung vermehren, schliesslich aber zu vielen sich zu grösseren beweglichen Plasmakörpern, den Plasmodien vereinigen, aus denen die die Sporen entwickelnden Fruchtkörper entstehen. Die **Schizomyceten** zeigen äusserst kleine, mit Membran versehene, frei lebende oder zu Fäden oder Colonien verbundene, bei vielen Formen und in gewissen Stadien bewegliche Zellen, welche sich durch Zweitheilung vermehren und vielfach aus ihrem Plasma auch Sporen erzeugen. Die übrigen Ordnungen und Familien bilden dann eine in sich gut zusammenschliessende Reihe der Pilze im engeren Sinne, wenn auch über die Stellung einzelner Familien bis jetzt nicht definitiv entschieden werden kann. Versuchen wir es, einen allgemeinen Ueberblick dieser Reihe zu geben, so lassen sich zunächst die Zygomyceten (Mucorineen), Saprolegniaceen und Peronosporeen als Ordnung der

Phycomyceten zusammenfassen, welche sich durch die Peronosporeen in ihrem Entwickelungsgange den oosporenbildenden Algen anschliessen. Ihr Thallus ist gleich demjenigen der Siphoneen (§ 376) ein meist reich verzweigter, querwandloser, vielkerniger Schlauch, und ihre geschlechtliche Fortpflanzung findet entweder isogam (durch Copulation unbeweglicher Zellen) oder oogam (aber — Monoblepharis ausgenommen — ohne Spermatozoiden) statt. Ihnen

schliessen sich als Nebenreihen die Chytridiaceen, Entomophthoreen und Ustilagineen an, als ein weiteres Glied in der Hauptreihe aber die Ordnung der

Ascomyceten, deren Thallus bei den meisten, namentlich den höher entwickelten Formen von dem der Phycomyceten im Bau oft sehr erheblich abweicht. Die geschlechtliche Fortpflanzung wird bei den typischen Formen durch Archicarp und Antheridium vermittelt (§ 375) und die Sporen kommen in aus dem Archicarp nach der Befruchtung hervorgehenden einzelligen, meist keulenförmigen und in Fruchtkörpern vereinigten Schläuchen (asci) zur Entwickelung. Die (ein paar Ausnahmen abgerechnet) den Ascomyceten angehörenden Flechten (Lichenes) schliessen sich im Sexualacte den Rhodophyceen unter den Algen an. Als reducirte Formen der Ascomyceten sind die Gattungen der Gymnoasci zu betrachten, deren Sporenschläuche nicht in einen Fruchtkörper eingeschlossen sind. Auch die Saccharomyceten werden wohl als noch weiter reducirte Formen der Ascomyceten erklärt.

Die **Aecidiomyceten** (Uredineen) reihen sich durch ihren gesammten Entwickelungsgang den Ascomyceten, durch die Fruchtbildung (ein Sexualact ist unbekannt) wahrscheinlich speciell den Flechten an. Den die Sporenschläuche enthaltenden Fruchtkörpern der Ascomyceten entsprechen bei den Aecidiomyceten die als „Aecidium" bezeichneten Fruchtkörper, in denen jedoch die Sporen durch Abschnürung (nicht in Schläuchen) gebildet werden. Die letzte Ordnung endlich ist die der

Basidiomyceten, von denen die Unterordnung der Tremellinen den Anschluss an die Aecidiomyceten vermittelt. Geschlechtliche Fortpflanzung ist hier unbekannt; die Fruchtkörper (die grössten unter den Pilzen) stellen vielmehr mächtige Gonidienträger dar, denen gegenüber das im Substrate verborgene Mycelium meist wenig mächtig entwickelt ist.

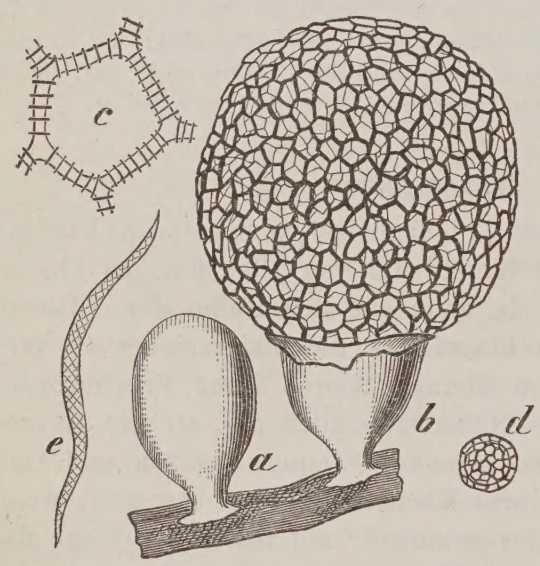
6. Ordnung. Myxomycetes.

420. Die fast ausnahmslos saprophytisch lebenden Myxomyceten (Schleimpilze) weichen in ihrem vegetativen Baue so sehr von allen übrigen Thallophyten ab, dass einzelne Forscher sie ganz aus der Reihe der Pflanzen streichen und als Mycetozoën den Flagellaten des Thierreiches als verwandt betrachten möchten. Aus den kleinen Sporen ihrer Fruchtkörper schlüpft das Plasma in Gestalt von 1—8 Schwärmzellen aus, welche am zugespitzten Vorderende eine lange schwingende Wimper besitzen und sich unter mannigfachem Gestaltwechsel ihres Körpers hüpfend bewegen, wenn sie in Wasserschichten ihres Substrates gelangen, auf fester Unterlage dagegen nach Art der Amöben unter Ausstrahlung von Pseudopodien und fortwährendem Formwechsel kriechen, daher auch als Myxamöben bezeichnet werden (§ 64, Fig. 10). Die Schwärmer wachsen durch Aufnahme von Nährstoffen aus dem Substrate und vermehren sich durch öftere Zweitheilung. Bei Eintritt ungünstiger Lebensbedingungen können sie sich kugelig abrunden und mit Membran umgeben (encystiren), um letztere später wieder zu verlassen. Zuletzt vereinigen sie sich in grösserer Menge und verschmelzen zu einem grösseren plattenförmigen, meist netzig durchbrochenen oder strangartig aufgelösten Plasmakörper, dem Plasmodium, welches die kriechenden Bewegungen fortsetzt und in seinem Inneren strömende Bewegungen zeigt. Es kann gleichfalls Ruhezustände eingehen, indem es sich in eine grosse Anzahl rundlicher oder polyëdrischer, oft durch feste Wände getrennter Zellen zerklüftet, dabei wachsartig erstarrt und schliesslich zu einem hornartig spröden Körper eintrocknet, der dem Sclerotium vieler Pilze ähnlich ist und später durch Wasseraufnahme und unter Lösung etwa vorhandener Zellwände wieder in den beweglichen Plasmodienzustand übergeht.

421. Zum Zwecke der Fruchtbildung kriecht das Plasmodium stets an die Oberfläche des Substrates, oft weit empor, zieht alle Fortsätze ein und

treibt nun an seiner Oberfläche gewöhnlich eine grössere Anzahl von Anschwellungen, die nach und nach das gesammte Plasma aufnehmen und dabei die für die jedesmaligen Gattungen charakteristischen Formen von sitzenden oder meist gestielten Kugeln, Keulen, Cylindern etc. und in den meisten Fällen auch eine feste Fruchtwand erhalten. Innerhalb des oberen kapselartigen Theiles des als Sporangium bezeichneten Fruchtkörpers theilt sich das gesammte Plasma in eine grosse Zahl sich mit derber Membran umhüllender Sporen (Licea, Cribraria); oder es wird bei den meisten Gattungen nur ein Theil zur Sporenbildung verwendet, ein kleinerer Theil gestaltet sich zu isolirten oder netz- oder gitterartig verbundenen, verschieden organisirten Röhren oder Fasern, die in ihrer Gesammtheit das sogenannte Haargeflecht (Capillitium) bilden und beim verschiedenartigen Oeffnen des Sporangiums elastisch vorquellen (Fig. 77).

Fig. 77.



Bei manchen Schleimpilzen verschmelzen zahlreiche Sporangien zu einem grösseren, von gemeinsamer Hülle umschlossenen, als Aethalium bezeichneten Fruchtkörper Fuligo). Bei Ceratium werden die Sporen von Fortsätzen der Oberfläche des Fruchtkörpers abgeschnürt. — Einige Myxomyceten (Dictyostelium, Polysphondylium, Guttulina) sind dadurch ausgezeichnet, dass die zum Zwecke der Fruchtbildung zusammenkriechenden Schwärmer nur Scheinplasmodien bilden: plasmodienartige Ansammlungen, in denen die Schwärmer jedoch nicht mit einander verschmelzen, sondern selbständig zu Sporen (jeder Schwärmer zu einer Spore) werden oder ein Theil auch zu einem den Sporenhaufen tragenden zelligen Stiele sich gestaltet.

422. Die bekanntesten Gattungen der Schleimpilze sind: Fuligo varians (das alte Aethalium septicum), in und auf Gerberlohe, faulem Holz u. s. w. mit seinen grossen schwefelgelben Plasmodien die „Lohblüthe" bildend; Fruchtkörper als polsterartige bis halbkugelige Aethalien entwickelt. — Lycogala: haselnussgrosse, kleinen Bovisten ähnliche Fruchtkörper zwischen Moos an Baumstümpfen. — Stemonitis: mit cylindrischem, von einer Columella (der Fortsetzung des Stieles) durchzogenem Sporangium und netzartigem, an der Columella befestigtem Capillitium. — Arcyria: Sporangium sich becherförmig öffnend, mit netzförmigem Capillitium, dessen Oberfläche ring-, warzen- oder netzförmige Verdickungen besitzt (Fig. 77 *a—d*). — Hemitrichia: wie Arcyria, aber das Capillitium mit spiralig verdickten Röhren. — Trichia: Capillitium aus isolirten, mit Spiralfasern versehenen, spindelförmigen Röhren gebildet (Fig. 77 *e*). — Plasmodiophora Brassicae ist ein höchst einfach gebauter, den Myxomyceten verwandter Organismus, welcher in den Zellen der Wurzel des Kohles (Brassica)

Fig. 77. *a—d.* Arcyria incarnata: *a* geschlossener und *b* geöffneter Fruchtkörper mit dem ausgedehnten Capillitiumnetze (Vergr. ca. 20); *c* eine Masche des Capillitiumnetzes (Vergr. ca. 200); *d* Spore (Vergr. 400). — *e* Capillitiumfaser von Trichia clavata (Vergr. ca. 200).

lebt und in Form monströser Anschwellungen derselben die als Kohlpflanzen-Hernie bekannte Krankheit erzeugt. Er besteht nur aus einem Plasmodium, welches zeitlebens ohne eigentliche Hüllmembran ist und zuletzt in eine Unmasse kleiner Sporen zerfällt, aus denen Myxamöben hervorgehen, welche durch Haare und Epidermiszellen in die Wurzel eindringen können.

7. Ordnung. Schizomycetes. (Bacteriaceae.)

423. Die Schizomyceten oder Spaltpilze (vgl. § 419) unterscheiden sich von den Cyanophyceen (§ 362) wesentlich nur durch das Fehlen des Chlorophylls. Sie sind äusserst kleine (vielfach an der Grenze des mikroskopischen Sehens stehende — Micrococcus), einzellige Pilze, welche einzeln frei und dann gewöhnlich in Schwärmen beisammen leben, oder welche zu Fäden oder Colonien verbunden sind, oder zahlreich in Gallertmassen eingebettet liegen, die durch Quellung der äusseren Schichten der Zellhaut entstehen, dann gewöhnlich schon dem unbewaffneten Auge als Flocken, Tropfen, Häute

Fig. 78.

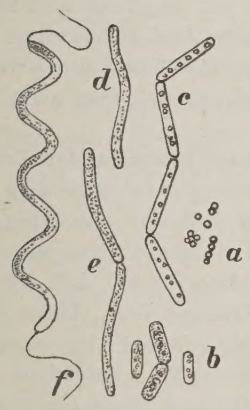
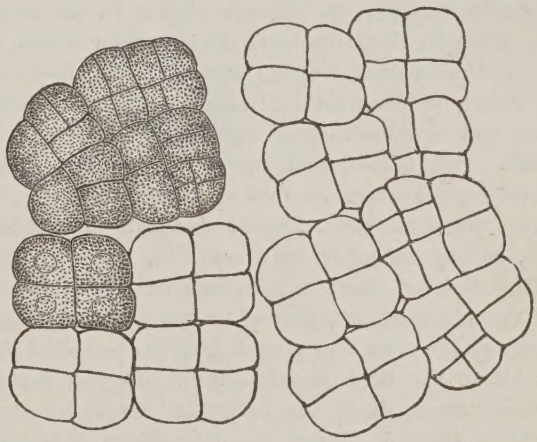


Fig. 79.



etc. von bisweilen scharf umschriebener Gestalt sichtbar sind und als Zoogloea-Formen unterschieden werden. Viele Bacterien sind lebhaft beweglich, häufig durch am Ende der Zellen meist einzeln stehende Cilien (Fig. 78 *f*); doch kommen auch bei solchen Formen unbewegliche Entwickelungsstadien vor, in denen sie sich dann gewöhnlich im Zoogloeazustande befinden. Die Vermehrung findet vorzüglich und in ausgiebigster Weise durch Theilung der Zellen in nur einer Richtung (bei Sarcina jedoch nach drei Raumrichtungen wechselnd — Fig. 79) statt. Die bei einer Anzahl von Formen (Bacillus subtilis, B. Anthracis, B. Amylobacter, B. Ulna, Vibrio Rugula etc.) nachgewiesene Sporenbildung ist vielleicht allen Bacterien eigen. Die Sporen entstehen einzeln in jeder Zelle, indem das gesammte Plasma sich in der Mitte oder in einem Ende derselben als stark lichtbrechende, kugelige oder ellipsoidische bis länglich-cylindrische Masse zusammenzieht und mit einer Membran umhüllt. Sie sind gegen äussere Einflüsse sehr widerstandsfähig,

---

Fig. 78. *a* Micrococcus prodigiosus. *b* Bacterium Lineola, einfach und getheilt. *c* Bacillus Ulna, aus vier Zellen gebildeter Faden. *d* und *e* Vibrio Rugula, einfach und in Theilung. *f* Spirillum volutans. — Nach Cohn. — Vergr. 650.

Fig. 79. Sarcina ventriculi Goodsir in verschiedenen Stadien der Theilung. Vergr. 1150.

können eine längere Ruhezeit durchmachen, aber auch sofort keimen, wobei ihr wieder erblassender Plasmakörper, von der innersten Schicht der Sporenhaut umhüllt, als erste Zelle austritt.

424. Früher unterschied man die Gattungen der Spaltpilze einzig nach der Form etc. der Zellen, wobei man sie in die vier Gruppen der Kugel-, Stäbchen-, Faden- und Schraubenbacterien ordnete. Zu den ersteren gehörten Micrococcus (Fig. 78 *a*) mit äusserst kleinen, sich nur nach einer Richtung theilenden, aber oft zu perlschnurförmigen Reihen verbunden bleibenden Zellen; ferner Sarcina mit Zellen, welche sich nach drei Raumrichtungen theilen und kleine packetförmige Familien bilden. Unter den Stäbchenbacterien zeichnet sich Bacterium durch elliptische oder kurz cylindrische Zellen aus (Fig. 78 *b*). Von den Fadenbacterien mit zu längeren geraden Fäden verbundenen Zellen zeigt Bacillus kurze dünne (Fig. 78 *c*), Leptothrix lange und dünne, Beggiatoa lange und dicke Fäden, Crenothrix ebensolche, aber in Gallertscheide eingebettete, Cladothrix dagegen verzweigte Fäden. Unter den Schraubenbacterien mit welligen oder spiralig gewundenen Fäden sind diejenigen von Vibrio nur schwach wellig gebogen (Fig. 78 *d* und *e*), die von Spirillum stark spiralig (Fig. 78 *f*), bei beiden jedoch starr; dagegen zeigt Spirochaete lange, eng gewundene, sehr flexile Schrauben. — Neuere Untersuchungen haben aber die schon früher von einzelnen Forschern betonte Thatsache bestätigt, dass es nur eine verhältnissmässig geringe Zahl von Arten giebt, von denen jedoch die einzelne einen weiten Formenkreis (theilweise den genannten Gattungen entsprechend) zu durchlaufen vermag. So gliedern sich z. B. die langen Fäden der Beggiatoa alba in Langstäbchen, diese in Kurzstäbchen, diese wieder durch weitere Quer- und gleichzeitige Längstheilung in Micrococcus, welcher ausschwärmt, Zoogloea-Colonien bildet und durch Keimung Stäbchen liefert, welche wieder in Fäden übergehen. Letztere vermögen sich aber auch spiralig einzurollen und so schwärmende Spirillen zu bilden.

425. Von besonderem Interesse sind die physiologischen Wirkungen der Bacterien, nach denen man letztere in drei Gruppen gliedert. Die chromogenen oder Pigment-Bacterien erzeugen unter Zutritt der Luft eigenthümliche (für jede Art charakteristische) Farbstoffe, so der auf gekochten Kartoffeln, Kleister, Brod etc. in Schleimcolonien lebende Micrococcus prodigiosus einen rothen, welcher zur Sage von ,,blutendem Brode" und ,,blutenden Hostien" Veranlassung gab, Bacterium syncyaneum einen blauen (Erzeuger der ,,blauen Milch"). Die zymogenen oder Ferment-Bacterien sind die Fermente gewisser Gährungen: Micrococcus Ureae für die ammoniakalische Gährung des Harns, Clostrydium butyricum für die Buttersäuregährung; Bacterium Termo ist der wichtigste Fäulnisserreger; Beggiatoa lebt meist in Schwefelthermen, in denen sie die gelösten Schwefelverbindungen zersetzt. Pathogene Bacterien treten als Krankheitserreger im thierischen Organismus auf, wie für einzelne Infectionskrankheiten bestimmt nachgewiesen, für andere höchst wahrscheinlich ist. Bemerkenswerth sind: Micrococcus diphthericus für die Diphtherie, M. bombycis für die als Flaccidezza bezeichnete Krankheit der Seidenraupe, Bacillus Anthracis für den Milzbrand. Sarcina ventriculi kommt im Magen höherer Thiere vor und findet sich z. B. im Erbrochenen von Magenkranken. Auch bei Tuberculose und in Choleraleichen sind charakteristische Bacterien nachgewiesen worden.

8. Ordnung. Phycomycetes.

426. Parasitische oder saprophytische Pilze, deren Mycelium einen reich verzweigten, meist querwandlosen, vielkernigen Schlauch bildet (Fig. 80 *d*), welcher an den Thallus gewisser Siphoneen unter den Algen (Vaucheria, § 377) erinnert. Ihre ungeschlechtliche Fortpflanzung erfolgt durch Schwärmzellen (Saprolegniaceen) oder durch Gonidien (Peronosporeen, Zygomyceten); doch können die letzteren bei der Keimung gleichfalls Schwärmzellen entwickeln (manche Peronosporeen). Die geschlechtliche Fortpflanzung ist entweder eine isogame durch Copulation besonders gestalteter Myceläste (Zygomyceten, Fig. 80 *e*, *f*); oder sie erfolgt oogam und entweder unter Bildung nur eines Eies aus nur einem Theile des Protoplasmas und Befruchtung desselben durch austretendes Antheridienplasma (Peronosporeen), — oder es werden aus dem gesammten Protoplasma des Oogoniums ein oder mehrere Eier ge-

bildet (Saprolegniaceen). Die Uebersicht der Gruppen und Familien gestaltet sich demnach folgendermaassen.

I. **Zygosporeae** (Zygomycetes). Mit Zygosporen, welche durch Copulation gleichgestalteter Myceläste erzeugt werden.
   A. Ohne Schwärmsporen.
      1. Gonidien in Sporangien endogen gebildet: Mucorineae.
      2. Gonidien auf Gonidienträgern abgeschnürt: Chaetocladiaceae, Piptocephalideae, Entomophthoreae.
   B. Mit Schwärmsporen: Chytridiaceae.

II. **Oosporeae.** Geschlechtliche Fortpflanzung durch Oogonien und Antheridien.
   A. Parasiten. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Gonidien, welche in einzelnen Fällen und nur als Zwischengeneration Schwärmsporen produciren, sonst direct keimen: Peronosporaceae.
   B. Meist wasserbewohnende Saprophyten. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Schwärmsporen: Saprolegniaceae.

427. (Fam. 1.) Mucorineae. Diese Familie wird am zweckmässigsten durch Mucor Mucedo, eine der gemeinsten Schimmelformen auf Mist, faulendem Brode, Früchten etc. illustrirt (Fig. 80 *d*). Das wurzelartig reich verzweigte Mycelium, welches erst gelegentlich der Fortpflanzung Querwände erhält, erzeugt einzeln oder zu mehreren einfache, bis einige cm hohe, fadenförmige Fruchtträger, die an ihrem Ende ein kugeliges, durch eine blasig eingestülpte Querwand („Columella") abgegrenztes „Sporangium" bilden, dessen Oberfläche von zahlreichen Kalkoxalat-Nadeln bedeckt ist. In seinem Inneren entstehen zahlreiche Gonidien (Fig. 80 *a*), welche in Schleim eingebettet zum zerreissenden Sporangium austreten und sofort keimend (Fig. 80 *b*, *c*) neue Mycelien erzeugen. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung treten zwei benachbarte, keulig anschwellende Myceläste mit ihren Scheiteln zusammen, verwachsen hier mit einander, gliedern je eine Zelle durch Querwand ab (Fig. 80 *e* ××) und lassen diese beiden Zellen durch Lösung der trennenden Wand zur Zygospore verschmelzen, welche unter bedeutender Verdickung ihrer sich fast schwarz färbenden,

Fig. 80.

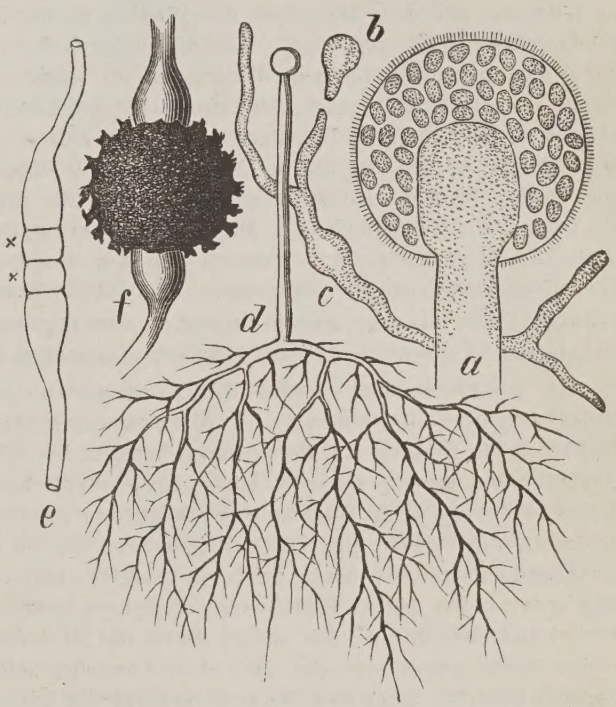


Fig. 80. Mucor Mucedo. *a* Sporangium im optischen Durchschnitte (Vergr. ca 250). *b* und *c* Keimende Gonidien (Vergr. 250). *d* Mycelium mit Sporangium, schwach vergrössert und etwas schematisirt. *e* Copulirende Myceläste; die zur Zygospore werdenden Zellen ×× bereits durch Scheidewand abgegliedert, aber noch nicht durch Lösung der mittleren Wand verschmolzen (nach Brefeld, Vergr. 80). *f* Reife Zygospore zwischen den leeren Basalstücken der copulirten Aeste (nach Brefeld, Vergr. ca. 100).

stachelig werdenden Membran zu einer grossen Zelle heranwächst (Fig. 80 *f*). Die Zygospore keimt nach einer Ruhezeit, indem eine innere Membranschicht durch die gesprengte Aussenhaut als Schlauch hervorwächst, der sofort an seinem Ende ein Sporangium erzeugt oder (in Nährlösung keimend) sich zum Mycelium ausbildet. Die Mucorineen können unter Umständen ihr Mycel auch in zahlreiche kurze, tonnenförmig anschwellende und derbwandig werdende Zellen („Gemmen") gliedern, welche nach einer Ruhezeit neue Mycelien liefern oder sich in Nährlösungen durch hefeartige Sprossung zu vermehren vermögen („Mucorhefe"). Ferner sind gewisse Mucorineen (am stärksten Mucor racemosus) im Stande, in zuckerhaltigen Flüssigkeiten Alkoholgährung zu erregen.

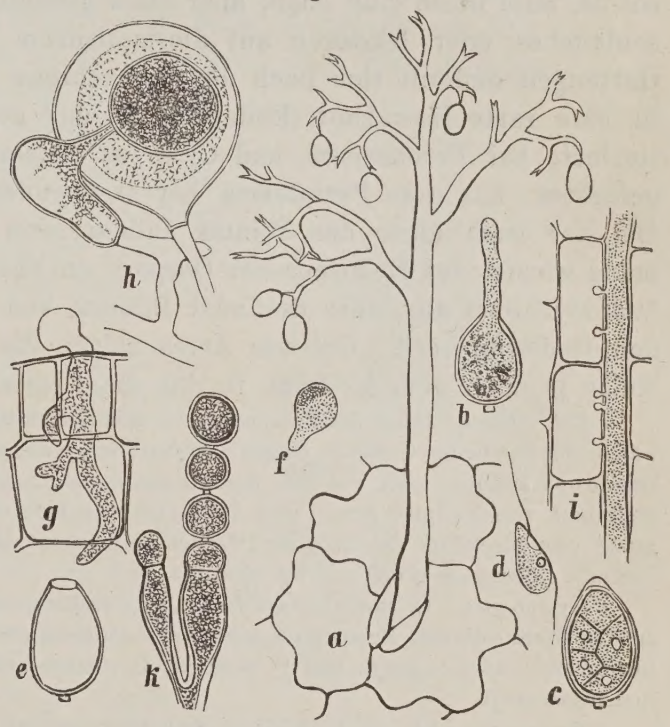
428. An die Mucorineen schliessen sich zunächst die kleinen Familien der Piptocephalideen und Chaetocladiaceen, deren Arten parasitisch auf Mucor leben, indem das Mycelium der ersteren sehr feine fadenförmige Haustorien in das Mucormycelium hineinsendet, das der letzteren mit dem Mycelium des Wirthes an der Berührungsstelle unter Auflösung eines Wandstückes direct verwächst. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung findet durch Gonidien statt, die auf verästelten Gonidienträgern an blasig angeschwollenen Zweigenden derselben einzeln (Chaetocladium) oder reihenweise (Piptocephalis) durch Sprossung und Abschnürung gebildet werden und wie diejenigen von Mucor keimen. Die geschlechtliche Fortpflanzung der Chaetocladiaceen verläuft wie bei Mucor; bei den Piptocephalideen entsteht jedoch die Zygospore als eine blasige Anschwellung auf der Spitze der gegen einander gekrümmten Copulationsäste nach deren Verschmelzung. Die ebenfalls verwandten Mortierelleen zeichnen sich dadurch aus, dass nach der Copulation aus dem Fusse der copulirenden Aeste zahlreiche sich verzweigende Schläuche hervorsprossen, die wie bei Mucor entstehende Zygospore umspinnen, theilweise sogar mit ihr verwachsen und so eine schliesslich 1,5 mm im Durchmesser haltende, dunkelgelbe Frucht nach Art der Perithecien mancher Schlauchpilze bilden.

429. Als Seitenzweig werden den Zygomyceten neuerdings die ehedem in die Nähe der Ustilagineen gestellten Entomophthoreen angeschlossen, für welche in der Gattung Entomophthora die Bildung von Dauersporen bekannt ist, die wenigstens in gewissen Fällen durch Copulation entstehen. Letztere ist derjenigen von Spirogyra (§ 111) ähnlich, doch tritt das Plasma in eine später als Querwand abgeschnittene Aussackung des Copulationscanales oder einer der copulirenden Zellen ein. Die Mitglieder der Familie sind epidemisch auftretende, insektenbewohnende Parasiten, deren reich verzweigtes, fädiges (Entomophthora) oder nur aus hefeartig sprossenden Zellen bestehendes (Empusa) Mycelium im Inneren des lebenden Thieres vegetirt und endlich auf nach aussen durch die Haut des Wirthes durchbrechenden Schläuchen je eine Spore abschnürt, die nach dem Abwerfen sofortige Infection neuer, noch gesunder Insekten bewirkt. Empusa Muscae erzeugt die bekannte Krankheit der Stubenfliegen. Der weisse, mehlartige Hof, welcher die erkrankten und gestorbenen Fliegen umgiebt, besteht aus den in Plasmareste eingehüllten Sporen des Pilzes. Diese entwickeln am Ende eines kurzen Keimschlauches eine Secundärspore, welche mit einem Plasmareste des Schlauches abgeschleudert und vorbeipassirenden Fliegen an den Unterleib geworfen wird. Hier treibt sie einen die Haut des Thieres durchbohrenden Keimschlauch, der im Leibesinnern sofort zu einer grossen, hefeartig sprossenden Zelle anschwillt, deren Tochtersprosse sich durch weitere Sprossung in ungeheurer Menge vermehren. Die letzten Sprossgenerationen wachsen endlich zu einzelligen, durch die Körperhaut nach aussen tretenden, dicht pallisadenartig neben einander die Körperoberfläche bedeckenden Schläuchen aus, welche auf dem Scheitel je eine Spore abschnüren und diese in Folge reichlicher Wasseraufnahme unter Platzen des Schlauchscheitels sammt einem Theile nicht verbrauchten Plasmas mit grosser Gewalt abschleudern. Entomophthora radicans lebt in den Raupen des Kohlweisslings.

430. (Fig. 2.) Peronosporaceae. Mit Ausnahme einiger Pythium-Arten Parasiten, deren zuerst querwandloses, unregelmässig verzweigtes Mycelium in den Intercellulargängen des Parenchyms ihrer Nährpflanzen wuchert und an vielen Stellen eigenthümlich aber verschieden gestaltete Haustorien in die benachbarten Zellen sendet (Fig. 81 *i*). Die ungeschlechtliche Fort-

pflanzung findet bei Pythium durch Schwärmzellen statt, sonst aber durch Gonidien, welche bei Cystopus in Ketten abgeschnürt werden (Fig. 81 *k*) und staubige Lager unter der zuerst blasig emporgewölbten, schliesslich platzenden Epidermis der Wirthpflanze bilden. Bei Peronospora entstehen die Gonidien einzeln an den Enden der aus den Spaltöffnungen vortretenden, baumartig verzweigten Fruchtträger (Fig. 81 *a*), bei Phytophthora an ähnlichen Trägern, doch in der Weise, dass der Ast als seitliche Ausstülpung neben der zuerst endständigen Gonidie, diese zur Seite drängend, vorbeiwächst und dann an seinem neuen Scheitel eine zweite, in ähnlicher Weise eine dritte u. s. w. Gonidie erzeugt. Die Gonidien entwickeln bei der Keimung entweder direct ein Mycelium (Fig. 81 *b*); oder es tritt das Plasma als solches aus, umhüllt sich mit Membran und keimt (Peronospora-Arten), oder es werden in den Gonidien durch Theilung des Plasmas (Fig. 81 *c*) Schwärmzellen (Fig. 81 *d*) erzeugt, welche nach Abwerfen eines deckelartigen Membranstückes frei werden. Die Keimschläuche von Cystopus treten durch die Spaltöffnungen, die von Peronospora und Phytophthora (Fig. 81 *g*) direct die Epidermis durchbohrend ins Innere einer Nährpflanze.

Fig. 81.



431. Die Geschlechtsorgane bilden sich im Inneren der Wirthpflanze (nur bei saprophytischen Pythium-Arten auch ausserhalb) als meist kugelige Oogonien und mehr oder weniger keulige Antheridien, die letzteren in unmittelbarer Nähe der ersteren und oft an demselben Mycelaste (Fig. 81 *h*). Im Oogonium sondert sich das dunkelkörnige Plasma als ein einziges kugeliges, von hyaliner Hautschicht begrenztes Ei von einem als „Periplasma“ übrig bleibenden blassen, feinkörnigen Plasma ab (Fig. 81 *h*). Das Antheridium treibt in allen Fällen einen die Wand des Oogoniums durchwachsenden Befruchtungsschlauch bis zum Ei (Fig. 81 *h*). Bei Pythium öffnet sich dieser Schlauch an der Oberfläche des Eies, das hier durch Zurückweichen seiner

Fig. 81. *a* Peronospora grisea, Gonidienträger, aus der Spaltöffnung eines Epidermisstückes vorragend (Vergr. 240). *b*—*g* Phytophthora infestans (Vergr. 400) nach De Bary; *b* keimende Gonidie, *c* solche in der Entwickelung von Schwärmzel en begriffen, *d* Schwärmzelle, *e* entleerte Gonidie, *f* keimende Schwärmzelle, *g* eine solche in einem Stückchen Querschnitt vom Kartoffelstengel. *h* Peronospora Alsinearum, Geschlechtsorgane (Vergr. 350) nach De Bary. *i*, *k* Cystopus candidus; *i* Stück des Myceliums mit Haustorien im Rindengewebe von Capsella (Vergr. ca. 200), *k* Gonidien (Vergr. 250).

Körnersubstanz einen Empfängnissfleck ausbildet, und das Antheridienplasma sondert sich in eine dünne Schicht von Periplasma und eine grössere Masse dunkelen „Gonoplasmas", welch' letzteres langsam durch den Befruchtungsschlauch in den Empfängnissfleck des Eies übertritt. Phytophthora und Peronospora lassen im Antheridium keine Sonderung von Gono- und Periplasma mehr erkennen; doch tritt bei ersterer Gattung eine minimale aber optisch verfolgbare Plasmamenge aus dem Antheridium in das Ei über, so dass ersteres wohl eine enge Oeffnung erhält. Bei Peronospora dagegen ist das Vorhandensein einer Oeffnung im Befruchtungsschlauche nicht direct erkennbar, das Protoplasma des Antheridiums auf dem Wege ins Ei nicht direct zu verfolgen. Nach den beobachteten Erscheinungen ist aber der Uebertritt einer minimalen Plasmamenge auch hier anzunehmen, sei es, dass diese eine enge, aber doch gröbere Oeffnung des Befruchtungsschlauches oder letzteren auf diosmotischem Wege passirt. Das Ei aller Gattungen umhüllt sich nach der Befruchtung mit einer Membran, die sich in eine zarte Innenhaut (Endosporium) und derbe Aussenhaut (Exosporium) sondert, bei Peronospora und Cystopus ausserdem noch durch ein dickes, gefärbtes, aus dem Periplasma hervorgehendes Episporium verstärkt wird. Bei der nach einer den Winter andauernden Ruhezeit stattfindenden Keimung wächst das Endospor der Oospore entweder direct zum Keimschlauche und Mycelium aus, oder es findet Bildung von Schwärmzellen im austretenden Endospor statt. Gewisse Arten zeigen die eine oder andere Keimungsweise je nach dem Medium, in das die Eisporen gelangen.

432. Manche Arten der Peronosporeen gehören zu den schädlichsten Parasiten. Die Zellwände des befallenen Gewebes fangen von den Stellen an, wo sie mit dem Mycelium in dauernde Berührung kommen oder von ihm durchbohrt werden, sich zu bräunen und abzusterben, der Zellinhalt verschwindet ganz, oder Reste bräunen sich ebenfalls und verschrumpfen und der ganze vom Mycelium durchzogene Pflanzentheil bräunt sich, stirbt ab und vertrocknet oder verfault. Bemerkenswerthe Arten sind:

Cystopus. C. candidus auf fast allen Cruciferen den weissen Blasenrost bildend, auf Lepidium sativum, Brassica oleracea und Cochlearia armoracia manchmal schädlich; C. Portulacae auf Portulaca sativa und P. oleracea; C. cubicus auf Compositen, auf Scorzonera manchmal massenhaft.

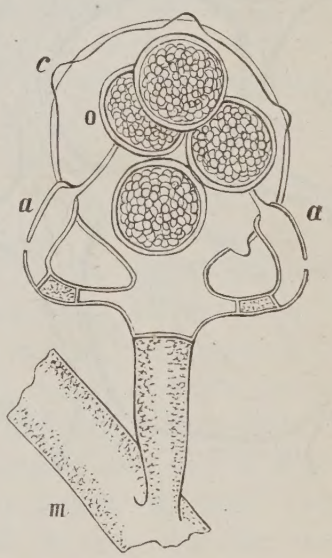
Peronospora. a. Gonidien Schwärmzellen entwickelnd: P. nivea auf Umbelliferen, P. pusilla auf Geraniaceen. — b. Plasma der Gonidien austretend, sich dann mit Membran umhüllend und mit Schlauch keimend: P. densa auf Rhinanthaceen. — c. Gonidien an der Spitze einen Keimschlauch entwickelnd: P. gangliiformis auf Compositen (z. B. auf Endivien und Kopfsalat). — d. Gonidien die Keimschläuche an jeder Stelle entwickelnd; hierher die meisten Arten: P. Viciae und P. Trifoliorum auf Erbsen, Klee, Luzerne; P. effusa auf Spinat, P. Betae auf Runkelrüben, P. obovata auf Spergula, P. parasitica auf Cruciferen, etc.

Phytophthora. P. infestans ist der die Kartoffelkrankheit verursachende gefürchtete Pilz, dessen Geschlechtsorgane bis jetzt unbekannt sind; sein Mycelium überwintert in den Kartoffelknollen, in die es durch in die Erde gelangende und auf der jungen Knolle keimende Schwärmzellen geräth und von denen aus es wieder in die austreibenden Stengel wächst. P. omnivora (P. Fagi) befällt die Keimpflanzen der Buche (Fagus) und verschiedene andere Pflanzen; Geschlechtsorgane sind bei ihr bekannt.

433. (Fam. 3.) Saprolegniaceae. Saprophytisch und zugleich im Wasser (besonders auf Thierleichen) lebende Pilze, deren strauchartig verzweigter Thallus mittels Rhizoiden im Substrate haftet. Sie unterscheiden sich von den Peronosporeen (vgl. jedoch Pythium) zunächst durch die ungeschlechtliche Fortpflanzung mittels zweiwimperiger Schwärmzellen, welche

in den durch Querwand abgetrennten Zweigenden in grosser Anzahl entstehen und entweder sofort beweglich austreten (Saprolegnia) oder sich vor ihrer Mutterzelle (Achlya) oder gar noch innerhalb derselben zunächst mit Membran umhüllen und dann aus dieser wieder beweglich ausschlüpfen. Ferner zeichnen sich die Saprolegniaceen durch die stets aus dem gesammten Protoplasma des Oogoniums und meist in Mehrzahl entstehenden Eier aus. Hinsichtlich der Befruchtung zeigen sie manche Eigenthümlichkeiten. Die Oogonium-Membran besitzt dünne Stellen (Tüpfel), welche oft als Papillen (Copulationswarzen, Fig. 82 *c*) über die Oberfläche vortreten, an welchen in der Regel das Anlegen der Antheridien stattfindet, welch' letztere aber mit ihren (bisweilen in Mehrzahl entwickelten) Befruchtungsschläuchen auch die dicken Wandstellen zu durchwachsen vermögen. Ueber den eigentlichen Sexualact (ob Antheridienplasma austritt oder nicht) herrschen zur Zeit noch Meinungsverschiedenheiten; doch ist zu bemerken, dass Fälle existiren, in denen die Befruchtungsschläuche die Eier nicht erreichen oder überhaupt nicht entwickelt werden und dass endlich Oogonien wie Eisporen auch ohne Anlegung von Antheridien zur normalen Ausbildung gelangen. Die Keimung der Eisporen findet im wesentlichen wie bei den Peronosporeen statt.

Fig. 82.



434. Die den Saprolegniaceen sich anschliessende Gattung Monoblepharis ist durch die mittels einer Wimper beweglichen Spermatozoiden ausgezeichnet. — Auch die Chytridiaceen sind mit den Saprolegniaceen verwandt. Sie sind einzellige Schmarotzer, welche vorzüglich in oder auf Wasserpflanzen (namentlich Algen) vegetiren (Chytridium, Olpidium, Rhizidium etc.) und sich durch lebhaft bewegliche, mit nur einer Wimper versehene Schwärmzellen vermehren. Bei Polyphagus kennt man die Bildung einer (später Schwärmzellen erzeugenden) Zygospore durch Copulation der austretenden Plasmamassen zweier ungleich grosser Pflänzchen, bei Zygochytrium die Copulation kurzer Aeste einer Pflanze wie bei Mucor, bei dem noch als zweifelhaft hierher zu ziehenden Tetrachytrium Copulation von Schwärmsporen. Die Gattung Synchytrium befällt Landpflanzen. Die Schwärmsporen von S. Mercurialis bohren sich durch die Membran der Oberhautzellen von Mercurialis perennis und wachsen in diesen langsam zu grossen Primordialzellen heran, die sich später mit Membran umhüllen und zu grossen braunen Dauersporen mit derber, zweischichtiger Wand werden, wobei die inficirten Epidermiszellen der Wirthpflanze mächtig blasig anschwellen. Nach Ueberwinterung der Dauerspore im faulenden Laube entsteht in dem dicken Exosporium derselben ein enges Loch, durch welches das farblose Endosporium als eine grosse Blase herauswächst, in die das gesammte Protoplasma hineintritt, um sich hier simultan in viele kleine, polyëdrische Zellen zu theilen, die durch einen Riss der Blase frei werden. Jede dieser Zellen entwickelt viele kleine Schwärmsporen, die sich in die Oberhaut der jungen Mercurialis-Triebe einbohren, um in diesen im Laufe des Sommers wieder zu Dauersporen heranzuwachsen. — S. Taraxaci, in den Blättern von Taraxacum lebend, erzeugt unmittelbar in der Dauerzelle Schwärmsporen, die wiederholt im Laufe des Sommers schwärmsporenbildende Generationen und erst im Herbste die überwinternde Dauerspore liefern.

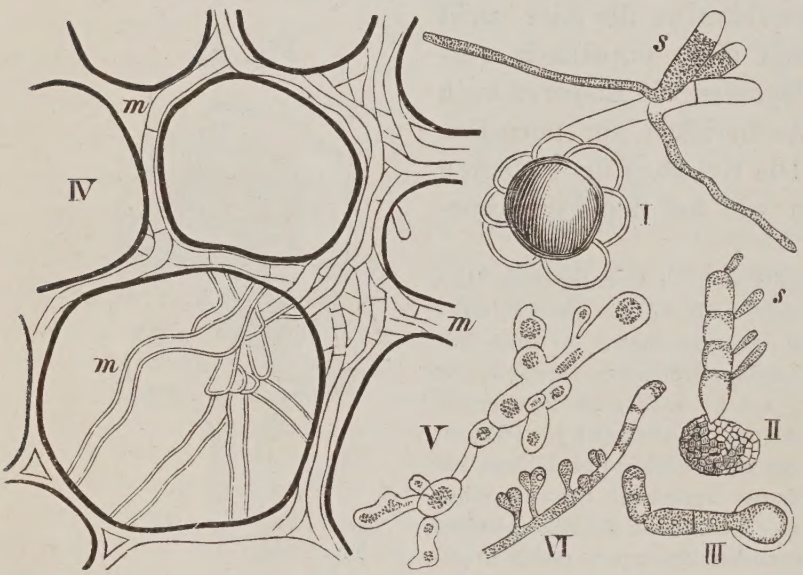
Fig. 82. Geschlechtsast von Achlya racemosa, nach Pringsheim. *a* Antheridien, *o* Oogonium mit vier Eisporen, *c* „Copulationswarzen", *m* Mycelstück. Vergr. 320.

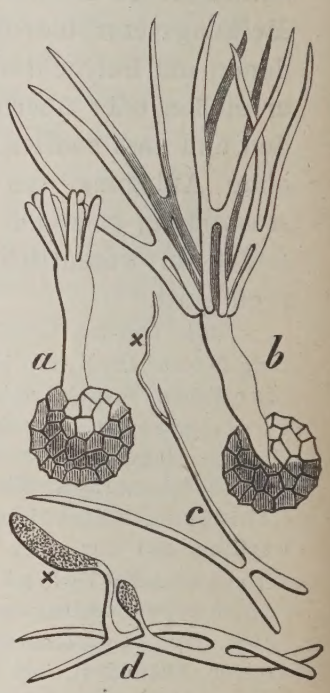
9. Ordnung. Ustilagineae.

435. (Fam. 1.) Ustilagineae (Brandpilze). Die Mitglieder dieser früher mit den Rostpilzen zur Gruppe der Hypodermier vereinigte, neuerdings jedoch den Phycomyceten angereihten Familie sind ausnahmslos Parasiten, die für das unbewaffnete Auge erst sichtbar werden, wenn sie ihre braunen oder schwarzbraunen Sporen entwickeln, welche oft ganze Gewebe der Wirthpflanze erfüllen und in ihrer Masse wie Russ erscheinen. Die Sporen sind meist sehr klein und besitzen ein derbes, glattes oder unebenes Exospor, das bei der im Frühlinge erfolgenden Keimung von dem zarten und farblosen Endosporium gesprengt wird. Letzteres tritt dann als Papille

Fig. 84.

Fig. 83.





hervor und wächst zu einem kurzen, einfachen Schlauche, dem Promycelium, aus. Letzteres bleibt bald einzellig (Tilletia, Fig. 84 *a*, *b*), bald wird es durch Querwände gegliedert (Ustilago — Fig. 83, II u. III). Im letzteren Falle lösen sich entweder die einzelnen und dann bereits keimfähigen Gliederzellen ab (Fig. 83, III), oder diese treiben seitwärts an ihrem oberen Ende Ausstülpungen von verschiedener Form, die sich durch Querwände als Sporidien abgliedern und leicht abfallen (Fig. 83, II *s*). Bei Tilletia und

---

Fig. 83. I. Keimende Spore von Urocystis occulta (Vergr. 600): *s* die keimenden Sporidien. — II. Gekeimte Spore von Ustilago receptaculorum (Vergr. 390); *s* Sporidien. — III. Keimende Spore von Ustilago Carbo (Vergr. 600). — IV. Mycelium (*m*) von Urocystis occulta im Scheidenblatte des Roggens (Vergr. 375). — V. Sporenbildung von Ustilago flosculorum (Vergr. 900). — VI. Sporenbildung von Tilletia Caries (Vergr. 900.). — I, III und IV nach Wolff, II nach De Bary, V und VI nach Fischer v. Waldheim.

Fig. 84. Tilletia Caries, nach Tulasne (Vergr. 460). *a* und *b* keimende Sporen, *c* und *d* keimende Sporidien.

Urocystis sprossen die Sporidien am Ende des einzelligen Promyceliums als ein Wirtel von Aesten hervor (Fig. 83, I *s* — Fig. 84 *a*), in dem jeder Ast durch eine Querwand abgegliedert wird und bei Tilletia in der Regel (bei Urocystis selten) je zwei Nachbaräste durch einen Querschlauch sich zu einer Hförmigen Doppelsporidie verbinden (Fig. 84 *b*).

436. Die Sporidien keimen oft noch am Promycelium (Fig. 83, I, *s*), meist jedoch erst, nachdem sie abgefallen sind. Ihr zarter Keimschlauch wächst entweder direct zum Mycelium aus (Fig. 84 *c**), oder er erzeugt erst eine secundäre Sporidie (Fig. 84 *d**). Der Keimschlauch selbst bohrt sich bei unseren Getreidebrandpilzen in das Gewebe der jugendlichen Keimpflanze ein, entweder direct in den jungen Stengel dicht über der Wurzel (oder selbst in den oberen Theil der letzteren), oder in das erste zarte Scheidenblatt, im letzteren Falle alle weiteren, von diesem umhüllten Blätter quer durchwachsend, bis er in den Stengel gelangt. In diesem wächst das oft sehr spärlich, oft reich durch Querwände gegliederte Mycelium gewöhnlich in den Intercellularräumen und sendet Haustorien in die angrenzenden Zellen (Fig. 83, IV *m*); es ist namentlich in dem Knoten des Halmes sehr reich verzweigt, in den Internodien spärlicher, und in letzteren wird es oft bei rascher Streckung derselben zerrissen, ohne dadurch lebensunfähig zu werden. Der Ort, an welchem es endlich zur Sporenbildung gelangt, ist ein sehr verschiedener, gewöhnlich jedoch der Fruchtknoten (§ 437). Die Sporen werden selten als Anschwellungen kurzer, zarter Myceläste erzeugt (Tilletia — Fig. 83, VI). Meist entstehen sie in der Weise, dass das Mycelium sich verzweigt und dichte Knäuel bildet, seine Wände gallertartig quellen und das Plasma dabei in kugelige Portionen eingeschnürt wird (Fig. 83, V), welche sich mit Membran umhüllen und zu den Sporen werden, während das ganze Mycelium (auch bei Tilletia) nach und nach völlig zur Ernährung der wachsenden Sporen verbraucht wird. Bei Urocystis, Sorosporium und Tuburcinia sind die reifen Sporen zu zweien bis vielen zu Knäueln vereinigt, welche noch von einer Hülle steriler Zellen umgeben werden, deren Entstehung nicht ganz klar ist (Fig. 83, I). — Für die sichere Unterscheidung mancher Gattungen ist Kenntniss des gesammten Entwickelungsganges nothwendig. — Einzelne Brandpilze (Tuburcinia, Entyloma-Arten) schnüren auch an durch die Spaltöffnungen oder direct durch die Epidermiszellen nach aussen tretenden Fruchtträgern Gonidien ab, die sonst den Ustilagineen fehlen. In Nährlösungen gesäte Sporen mancher Brandpilze entwickeln an ihrem Promycelium hefeartige Sprosszellen, welche sich ablösen und bei Zufuhr geeigneter Nährstoffe durch zahlreiche Generationen unbegrenzt durch hefeartige Sprossung (§ 115) vermehren (so bei Ustilago Carbo, U. Maidis, U. antherarum etc.). Die Sporen anderer Arten (z. B. U. destruens) treiben unter gleichen Bedingungen Mycelien, welche an in die Luft tretenden Zweigen zu ästigen Ketten vereinigte Sprosszellen abschnüren. Dass durch derartige Sprossung z. B. im frischen Dünger eine ausgiebige Vermehrung der Brandpilze erfolgen kann, ist klar. Ebenso ist es andererseits wahrscheinlich (der experimentelle Nachweis liegt bis jetzt nicht vor), dass die Keimproducte der Sprosszellen eine Infection zusagender Nährpflanzen bewirken können.

437. Die Ustilagineen gehören zu den schädlichsten Parasiten unserer Culturpflanzen, namentlich des Getreides. Tilletia Caries und T. laevis, erstere mit netzig verdickten, letztere mit glatten Sporen, verursachen den Steinbrand (Stink- oder Schmierbrand) des Weizens, indem sie das Gewebe der jungen Frucht bis auf die dünne Fruchtschale zerstören, von welcher die Sporen noch zusammengehalten werden. Beizen des Saatgutes mit einer $^1/_2$procentigen Lösung von Kupfervitriol vernichtet die Keimkraft der Brandsporen in 12—14 Stunden ohne Schaden für den Weizen, ist daher das sicherste Schutzmittel. — Ustilago Carbo erzeugt den Flugbrand (Staub- oder Russbrand) der Getreide und ist namentlich auf Hafer sehr gemein. Sein Mycelium zerstört ausser dem ganzen Fruchtknoten auch noch den grössten Theil der Spelzen; seine Sporen stäuben daher frei aus. U. Maidis ruft den Maisbrand hervor, indem diese Art in Stengeln, Blättern und Blüthen des Mais (gewöhnlich unter Erzeugung grosser Beulen — daher Beulenbrand) ihre Sporen reift. U. destruens erzeugt den Hirsebrand in den Früchten von Panicum miliaceum, U. Secalis den seltenen Roggenkornbrand. Der Roggenstengelbrand wird von der in den Blättern und Stengeln fructificirenden Urocystis occulta hervorgerufen. — Von anderen Arten sind noch häufig: Ustilago utriculosa im Fruchtknoten von Polygonum-Arten, U. flosculorum in den Blüthen von Knautia, U. receptaculorum in den Blüthenköpfchen der Compositen, U. antherarum in den Staubgefässen von Caryophylleen, etc. etc.

10. Ordnung. Ascomycetes.

438. Die Ordnung der Ascomyceten oder Schlauchpilze ist bei allen sonstigen Verschiedenheiten ihrer äusserst zahlreichen, mannigfaltig wechselnden Formen dadurch charakterisirt, dass sich ihre Sporen (Schlauchsporen, Ascosporen) in besonderen Zellen ausbilden, die in grösserer oder geringerer Zahl im Inneren oder auf der Oberfläche der Fruchtkörper entwickelt werden. Jede solche Zelle heisst Sporenschlauch (Ascus) und die von den sämmtlichen Sporenschläuchen gebildete Schicht des Fruchtkörpers wird als Hymenium oder Sporenlager bezeichnet, das Gewebe des Fruchtkörpers, von dem die Schläuche entspringen, als subhymeniales Gewebe. Häufig stehen im Hymenium zwischen den Sporenschläuchen noch mehr oder minder zahlreiche, ein- oder mehrzellige, einfache, seltener verzweigte Haare (Fig. 98 *p*, 96 *C*), sogenannte Saftfäden oder Paraphysen. Die Asci sind in den allermeisten Fällen schlank keulenförmig (Fig. 22 auf S. 55) und besitzen diese Form bereits in frühester Jugend kurz nach ihrer Entstehung (Fig. 22 *a*); seltener sind sie oval oder selbst kugelig und gestielt. Die Zahl der in ihnen erzeugten Sporen beträgt in der Regel 8, seltener 2, 4, 16 oder darüber hinaus und ist im letzteren Falle schwankend. Die Sporen selbst entstehen in der im § 113 angegebenen Weise. Das von der Sporenbildung ausgeschlossene Protoplasma, welches als eigenthümlichen Bestandtheil Glycogen führt, wird als Epiplasma bezeichnet.

439. Die Entleerung der Sporen erfolgt bei den Trüffeln und Erysipheen erst in Folge Zerstörung des völlig geschlossenen Fruchtkörpers. Bei Discomyceten mit weit geöffnetem Fruchtkörper wird die dünne und wenig quellbare Schlauchmembran in Folge Vermehrung der Inhaltsflüssigkeit des Ascus zunächst stark gedehnt und zuletzt am freien Scheitel plötzlich gesprengt, wobei die sich in demselben Augenblicke kräftig zusammenziehende elastische Schlauchwand zwischen den noch gefüllten Schläuchen verschwindet, Sporen und ein Theil des übrigen Inhaltes ausgespritzt werden. Die mit enger, canalartiger Oeffnung versehenen Fruchtkörper der Pyrenomyceten lassen die Sporen gewöhnlich in Schleim eingebettet austreten, der aus den

bei der Reife gallertartig quellenden Schlauchmembranen oder deren inneren Schichten entsteht. Die Membran der reifen Sporen ist in ein derbes, cuticularisirtes, oft locale Verdickungen besitzendes Exosporium und ein zartes Endosporium differenzirt. Letzteres sprengt bei der Keimung das Exospor und wächst an einer Stelle zum Keimschlauche aus, kann aber auch mehrere Keimschläuche entwickeln. Das aus diesen hervorgehende Mycelium ist durch Querwände meist reich gegliedert.

440. Die Ascomyceten entwickeln als Organe der ungeschlechtlichen Vermehrung meist Gonidien, welche einzeln oder häufig kettenweise auf senkrecht sich erhebenden Mycelästen (Fruchtträgern, Gonidienträgern) abgeschnürt werden und die unmittelbar neues Mycelium erzeugen; oder sie produciren den Gonidien gleichwerthige, aber im Inneren von Fruchtkörpern ähnlichen Gebilden (Pycniden) entstehende sogenannte Stylosporen (Macrostylosporen). Den Pycniden ähnlich sind die Spermogonien, deren Spermatien (Microstylosporen) meist keimungsunfähig, bei den Flechten jedoch nachweisbar männliche Organen sind.

Die geschlechtliche Fortpflanzung ist erst bei einer verhältnissmässig geringen Zahl von Formen beobachtet worden. Das weibliche Organ, das Archicarp (Carpogon oder Ascogon), ist gewöhnlich durch Gestalt und Grösse von dem männlichen Organe, dem Antheridium (Pollinodium) verschieden, bald ein-, bald mehrzellig, in manchen Fällen (Peziza, Flechten) mit einem der Trichogyne der Florideen ähnlichen Fortsatze versehen. Das Antheridium ist meistens ein einfacher Schlauch, der sich zum Zwecke der Befruchtung dem Archicarp entweder der ganzen Länge nach oder nur mit seiner Spitze anlegt, aber nur selten an der Berührungsstelle so mit ihm verschmilzt, dass offene Communication eintritt. Bei den Flechten erfolgt die Befruchtung durch Copulation der Spermatien mit der Trichogyne wie bei den Rhodophyceen (§ 407). — Nach erfolgter Befruchtung wird der Geschlechtsapparat von einer besonderen Hülle steriler Hyphen umsponnen, die mit ersterem zum verschieden gestalteten Fruchtkörper heranwächst. Die nach der Befruchtung erzeugten Sporenschläuche entstehen nur an aus dem Archicarp entspringenden (ascogenen) Hyphen.

441. Als Unterordnungen der Schlauchpilze lassen sich unterscheiden:

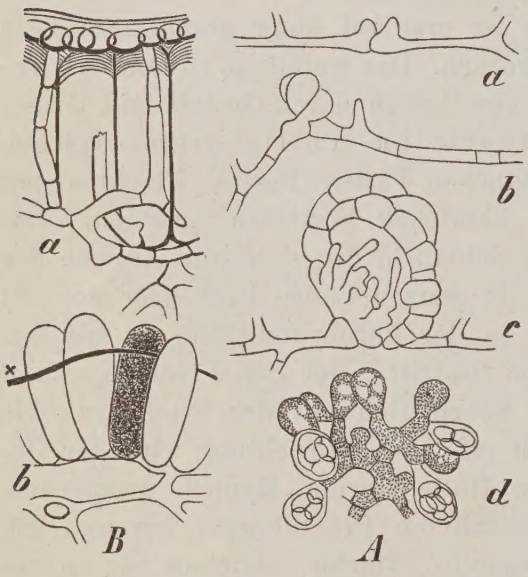
1. Gymnoasci: Fruchtkörper fehlend. Asci ganz isolirt oder zu nackten Hymenien oder knäuelartig an verzweigten Hyphen vereinigt.
2. Erysipheï: Fruchtkörper geschlossen, einfächerig, sich durch Fäulniss öffnend.
3. Tuberaceï: Fruchtkörper knollenförmig (meist unterirdisch), völlig geschlossen, das Hymenium in labyrinthischen Gängen oder Kammern desselben, die Sporen in Folge von Verwesung des Fruchtkörpers frei werdend.
4. Pyrenomycetes: Fruchtkörper kugelig oder krug- bis flaschenförmig, mit enger Mündung sich öffnend, das Hymenium im Grunde tragend.
5. Discomycetes: Fruchtkörper meist scheiben-, schüssel- oder becherförmig, weit offen, das Hymenium auf der concaven freien Oberfläche tragend; selten kommt das Hymenium auf der verschieden gestalteten Oberfläche keuliger oder hutförmiger Fruchtkörper zur Ausbildung (Morcheln).
6. Lichenes. Theils Pyrenomyceten, theils Discomyceten (nur wenige Gattungen sind Basidiomyceten), welche auf Algen schmarotzen und letztere in den aus meist dicht verflochtenen Hyphen gebildeten Thallus einschliessen.

Weiter reihen sich als reducirte Formen vielleicht die Saccharomyceten (Hefepilze) den Schlauchpilzen an.

1. Unterordnung. Gymnoasci.

442. Sehr einfache Schlauchpilze, welche die Asci sexuell oder geschlechtslos einzeln frei oder zu Knäueln oder schichtenförmigen Hymenien vereinigt auf dem Mycelium und ohne eigentlichen Fruchtkörper entwickeln, höchstens dieselben mit einer sehr lockeren Hülle steriler Hyphen umgeben. Bei Eremascus wird jeder der kugeligen Sporenschläuche einzeln und frei von zwei gleichartigen, schraubig um einander gewundenen Mycelästen (Geschlechtsorganen) getragen, deren Endzellen mit einander copuliren und den Copulationsraum zum Ascus anschwellen lassen. Bei Gymnoascus entspringen die Geschlechtsäste auf dem verzweigten Mycelium in der Weise, dass an der Scheidewand zweier Zellen rechts und links zwei Papillen entstehen, die einander spiralig umwachsen (Fig. 85 A, *a*, *b*). Nach der Befruchtung wächst das Carpogon weiter, gliedert sich durch Querwände und aus seinen Zellen sprossen verzweigte Aeste hervor (Fig. 85 A, *c*), welche sich durch Querwände theilen und deren äusserste Enden zu den dick-keulenförmigen achtsporigen Schläuchen anschwellen (Fig. 85 A, *d*). Um die Schlauchbüschel herum bildet sich von benachbarten Mycelästen aus eine sehr lockere Hülle.

Fig. 85.



Exoascus Pruni Fckl. verursacht die unter dem Namen „Taschen, Hungerzwetschen“ etc. bekannte Missbildung der Pflaumen. Sein durch Querwände gegliedertes Mycel findet sich bereits vor der Erkrankung des Fruchtknotens in Blüthenstiel und Zweig. Im Fruchtknoten wuchert es zuerst nur in den Gefässbündeln, von diesen ins Parenchym und mit seinen letzten Verzweigungen endlich zwischen den Epidermiszellen bis in die Aussenwand derselben, wo es zwischen cuticularisirten Schichten und Cuticula eine einschichtige Lage bald dicht an einander schliessender Zellen erzeugt (Fig. 85 B, *a*). Diese strecken sich senkrecht zur Oberfläche zu den achtsporigen Schläuchen, welche die Cuticula (Fig. 85 B, *b* bei *) sprengen und emporheben und den zarten Flaum der nun bald abfallenden, steinlosen Tasche bilden, deren ganze Entwickelung oft in 14 Tagen vollendet ist. Die Sporen sprossen (oft schon innerhalb des Schlauches) hefeartig aus. Wie sie wieder die Ansteckung bewirken, ist unbekannt. — E. deformans Fuck. erzeugt auf Pflaumen- und Kirschbäumen sogenannte „Hexenbesen“ und ruft an den Blättern der Pfirsiche und Mandelbäume die „Kräuselkrankheit“ hervor.

2. Unterordnung. Erysipheï.

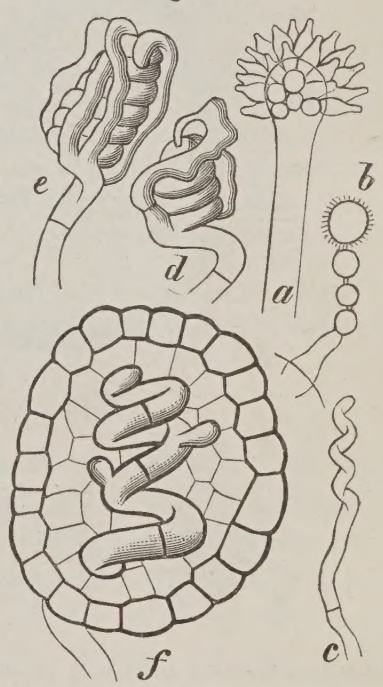
443. (Fam. 1.) Erysipheï. Die Mehlthaupilze bewohnen die Oberfläche grüner Organe, vorzüglich der Blätter der Dicotyledonen. Ihr Mycelium, welches verschieden gestaltete Haustorien in die Epidermis sendet, bedeckt diese mit einem weissen, spinnewebartigen Ueberzuge. Die unge-

---

Fig. 85. Gymnoascus Reessii (Vergr. ca. 600) nach Baranetzky. *a* Erste Anlage der Geschlechtsorgane. *b* Vollständig entwickelte Geschlechtsorgane. *c* Entwickelung des Sporenlagers. *d* Stück desselben mit einzelnen Schläuchen. — B Exoascus Pruni (Vergr. 400) nach De Bary. *a* Zwei Epidermiszellen der erkrankten Pflaume mit Mycelium und Sporenlager. *b* Junge Schläuche.

schlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Gonidien, welche auf senkrecht sich erhebenden Mycelästen reihenweise wie bei Cystopus (§ 430) abgeschnürt werden. Die Geschlechtsorgane sind in Form und Grösse ungleich. Sie entspringen als kleine Seitenzweige von zwei verschiedenen Mycelästen an der Kreuzungsstelle derselben, das Archicarp gewöhnlich vom unteren Aste. Dasselbe ist eiförmig und wird über der Basis durch eine Querwand abgegrenzt (S. 174, Fig. 60 A, *c*). Der schlankere Antheridienzweig schmiegt sich dem Archicarp fest an, wächst an ihm empor und sein über den Archicarpscheitel gekrümmtes Ende wird durch eine Querwand als Antheridium abgegliedert (Fig. 60 B, *p*). In Folge der Befruchtung sprossen unter der Basalwand des Archicarps 8—9 Hüllschläuche hervor, welche die Geschlechtsorgane umwachsen und, sich durch Querwände gliedernd, eine vielzellige Hülle, das Perithecium, bilden (Fig. 60 B, C: *h*). Anfänglich wächst das Perithecium rascher; der zwischen ihm und dem Archicarp sich bildende Zwischenraum wird von Aesten ausgefüllt, welche von der Innenfläche des Peritheciums entspringen und ein zelliges, später wieder verschwindendes, sogenanntes Füllgewebe liefern (Fig. 60 D, die zweite, mit Inhalt gezeichnete Zellenlage). Das vom Perithecium eingeschlossene Archicarp erzeugt entweder nur einen eiförmigen Schlauch, welcher als Ende des Archicarps vom unteren Theile desselben durch eine Querwand abgeschnitten wird, oder das Archicarp wächst zu einem längeren, gekrümmten Faden aus, der sich durch Querwände gliedert und von dessen einzelnen Zellen Schläuche entspringen, so dass das Perithecium mehrere Schläuche enthält. Die Zahl der in einem Ascus gebildeten Sporen beträgt für die einzelnen Arten 2—8. Das reifende, kugelige Perithecium, dessen Wände sich verdicken und bräunen, entwickelt gewöhnlich aus seinen Zellen noch mycelartige Schläuche, die auf dem Substrate hinkriechen (Fig. 60 D, *a*), oder haarartige Bildungen sehr verschiedener Form (Appendiculae). Manche Arten reifen dasselbe erst auf den verwesenden Pflanzentheilen; geöffnet wird es durch unregelmässiges Zerreissen oder Verwesung.

Fig. 86.



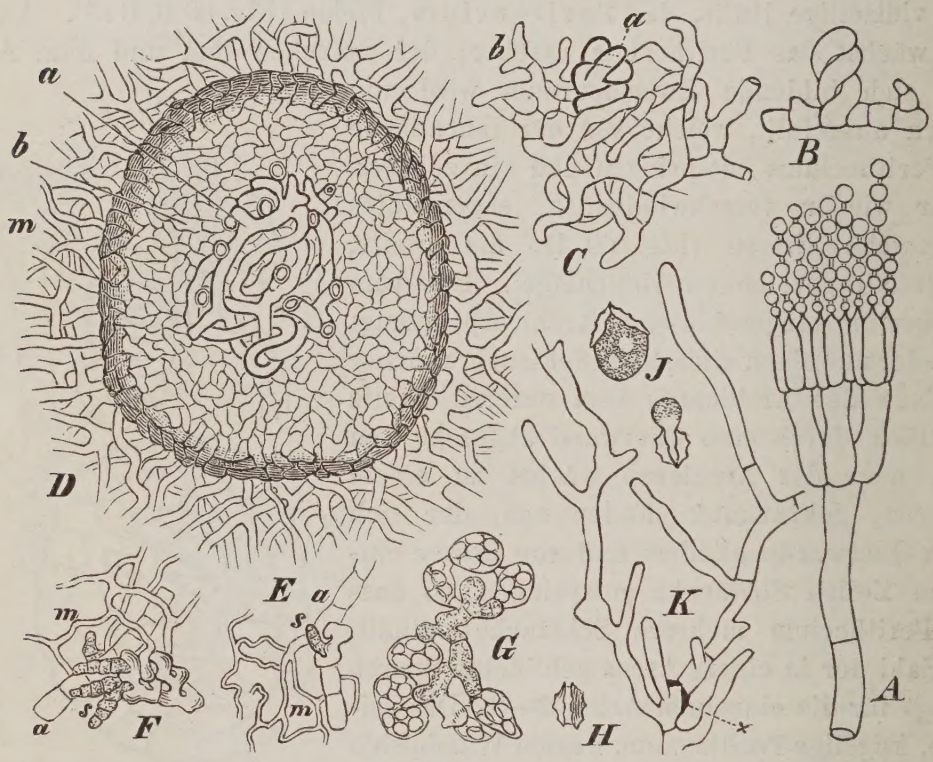
444. Die eigentlichen Erysipheen sind zum Theil schädliche Parasiten verschiedener Culturpflanzen. Sie befallen entweder nur eine Art, oder kommen auf mehreren Arten einer Familie oder auch auf den verschiedensten Familien vor. Die wichtigsten Formen sind: Podosphaera. Perithecium mit einem achtsporigen Ascus. Appendiculae wiederholt und regelmässig zweitheilig. P. Kunzei auf den Blättern der Pflaume und Schlehe. — Sphaerotheca. Perithecien mit einem achtsporigen Schlauche. Appendiculae mycelartig. S. pannosa auf Rosen und Pfirsichen. S. Castagnei auf Compositen, Rhinanthaceen, Cucurbitaceen, Rosaceen,

Fig. 85. Eurotium herbariorum. *a* Ende eines Gonidienträgers mit Sterigmen. *b* Sterigma mit Gonidienkette. *c* Junges Archicarp. *d* und *e* Weitere Entwickelungsstadien desselben. *f* Junge Frucht mit beginnender Schlauchbildung. Vergr. 300. Nach De Bary.

Hopfen etc. — Erysiphe. Perithecien mit mehreren 2—8sporigen Schläuchen. Appendiculae sehr verschiedenartig geformt und dadurch die Untergattungen Phyllactinia, Uncinula, Calocladia, Trichocladia etc. bedingend. E. Tuckeri, der Traubenpilz, bewohnt mit seiner allein bekannten Gonidienform (dem früheren Oidium Tuckeri) den Weinstock und verursacht die berüchtigte Traubenkrankheit, zu deren Bekämpfung man das Bestreuen der befallenen Theile mit Schwefelblüthen mit Erfolg anwendet. E. communis auf Papilionaceen, Ranunculaceen, Convolvulaceen etc. E. lamprocarpa auf Compositen (Scorzonera hispanica), Borragineen u. s. w. E. Umbelliferarum auf Umbelliferen. E. Berberidis auf Berberitzen. E. Aceris auf Ahorn. E. guttata auf Cupuliferen, Pomaceen etc. — Im Mycelium vieler Erysipheen lebt ein parasitischer Pyrenomycet, Cicinnobolus Cesatii De Bary (§ 449).

445. Den typischen Erysipheen schliessen sich als verwandte Gattungen Eurotium und Penicillium an. Eurotium herbariorum repräsentirt in seiner Gonidienform einen der gemeinsten Schimmel, der früher als Aspergillus glaucus beschrieben wurde. Die Gonidienträger

Fig. 87.



desselben besitzen auf ihrem kopfig angeschwollenen Ende zahlreiche Ausstülpungen, die fast wie Spielkegel aussehen und die Sterigmen der reihenweise unter einander abgeschnürten Gonidien sind, deren unterste die jüngste ist (S. 223; Fig. 86 *a*, *b*). Das Archicarp ist korkzieherartig gewunden (Fig. 86 *c*) und seine Spiralwindungen schliessen zur Zeit der Befruchtung dicht zusammen (Fig. 86 *d*). Das Antheridium ist ein aus der untersten Spiralwindung des Archicarps entspringender und durch Querwand abgegrenzter Schlauch, der am Archicarp emporwächst, mit seiner Spitze sich hakenförmig der obersten Windung desselben anlegt (Fig. 86 *d*) und die Befruchtung dadurch vermittelt, dass das Wandstück der Berührungsstelle beider Organe resorbirt wird. Aus dem unteren Theile des Archicarps entspringen dann Hüllschläuche, welche wie bei Erysiphe ein Perithecium und Füllgewebe bilden (Fig. 86 *d*—*f*). Innerhalb

---

Fig. 86. Penicillium glaucum. A Gonidienträger. B Geschlechtsorgane. C Anlage des Fruchtkörpers; *a* Archicarp, *b* Anlage der Hülle. D Sehr junger Fruchtkörper im Querschnitte: *a* ascogene Hyphen, *b* steriles Hüllgewebe, *m* Mycelium. E und F ascogene Hyphen (*a*) mit jungen Schlauchanlagen (*s*) und sterilen, mycelartigen Fäden (*m*) aus einem weiter entwickelten Fruchtkörper. G Gruppe von Schläuchen mit Sporen. H Spore. J Keimende Sporen. K Junges Mycelium, bei * die Spore. — Nach Brefeld. Vergr. von A — G = 630, H und J = 800, K = 400.

desselben lockert sich die Spirale des Archicarps wieder und zerfällt durch Querwände in eine Anzahl Zellen, aus denen die kurzen, dicken, achtsporigen Schläuche hervorsprossen (Fig. 86 *f*), welche das sich lösende Füllgewebe verdrängen. Perithecien und Mycelium bedecken sich während dessen, erstere mit einem gelben, letzteres mit rothem Ueberzuge aus wahrscheinlich harz- oder fettartigen Stoffen. Die Schlauchmembranen werden bei der Reife der Sporen gelöst. Letztere haben linsenförmige Gestalt und liefern bei der Keimung ein wieder Gonidien tragendes Mycelium.

446. Das Mycelium des Penicillium glaucum, des gemeinsten, über die ganze Erde verbreiteten Schimmelpilzes, lebt auf den verschiedensten Substraten, erzeugt aber meistens nur seine pinselförmig verzweigten Gonidienträger (Fig. 87 A), welche auf jedem Aste eine ganze Kette von Gonidien abschnüren. Die Fruchtkörper entstehen nur, wenn der Zutritt der atmosphärischen Luft zum Mycel wesentlich vermindert wird. Die Geschlechtsorgane (Fig. 87 B) erinnern in Form und Verhalten an die von Gymnoascus (§ 442) und Eurotium (§ 445). Nach der Befruchtung entspringen aus dem Archicarp ascogene Hyphen, die sammt den Geschlechtsorganen von benachbarten Mycelfäden dicht umsponnen werden (Fig. 87 C). Die junge Fruchtanlage (Fig. 87 D) wächst allmählich zu einem kleinen kugeligen Fruchtkörper von der Grösse eines Sandkornes heran. Sie lässt dann eine aus stärker verdickten, pseudoparenchymatischen Zellen bestehende braungelbe Rinde erkennen und einen inneren Theil aus grösseren Zellen, in dem die stärkeren ascogenen Hyphen eingeschlossen liegen. Das umgebende Mycelium stirbt dabei bald ab; der entwickelte Fruchtkörper kann drei Monate eingetrocknet ruhen, ohne seine Keimkraft zu verlieren. Wird er nach dieser Zeit angefeuchtet, so gliedern sich die ascogenen Hyphen durch Querwände (Fig. 87 E, F: *a*). Ihre so erzeugten einzelnen Zellen treiben dann Sprosse, die sich gleich an der Basis theilen: ein dünnerer, sich verzweigender, scheidewandloser Ast (Fig. 87 E, F: *m*) dient zur Ernährung, indem er in das Gewebe des Fruchtkörpers hineinwächst und dieses allmählich aufsaugt; ein stärkerer, sich ebenfalls vielfach verzweigender Ast (Fig. 87 E, F: *s*) gliedert seine Zweige durch viele Querwände und die einzelnen Zellen schwellen nun zu eiförmigen Schläuchen an, die daher in ganzen Ketten hinter einander sitzen und je acht Sporen entwickeln (Fig. 87 G). Asci, ascogene Hyphen und das ganze Innere des Fruchtkörpers werden später gelöst und die Sporen liegen frei in der allein übrig bleibenden Fruchtrinde. Die Sporen (Fig. 87 H, I) erzeugen bei der Keimung ein wieder Gonidienträger lieferndes Mycelium (Fig. 87 K).

3. Unterordnuug. Tuberaceï.

447. Die Tuberaceen vegetiren unterirdisch mit einem fädigen, schimmelartigen, bei manchen Formen perennirenden Mycelium, das bei Elaphomyces (und vielleicht auch bei anderen Gattungen) parasitisch auf Baumwurzeln lebt. Die knollenförmigen, bis 10 cm im Durchmesser haltenden Fruchtkörper sitzen dem Mycelium nur auf oder sind von ihm in der Jugend ganz eingehüllt, liegen aber zur Reifezeit in allen Fällen frei in der Erde. Ihre pseudoparenchymatische Rinde („Peridie“) ist meist derb, braun bis schwarz, glatt oder warzig, ihr Inneres ein mehr oder weniger lockeres, heller gefärbtes Hyphengeflecht, in welchem das Hymenium zahlreiche Kammern und Gänge auskleidet, so dass ein Querschnitt des Fruchtkörpers wegen der meist dunkelbraunen Sporen marmorirt erscheint. Die ellipsoidischen bis kugeligen Schläuche enthalten meist 4 Sporen. Geschlechtsorgane und die vollständige Entwickelung der Fruchtkörper sind unbekannt; Gonidien scheinen zu fehlen.

448. Die Arten der Gattung Tuber (Trüffel) liefern eine sehr geschätzte Speise. T. brumale Vitt. (nuss- bis faustgross und manchmal bis 1 Kilo schwer, fast kugelig, mit grossen, eckigen Warzen, aussen schwarz, innen schwarzgrau und weiss marmorirt), T. melanosporum Vitt. (T. cibarium Pers., schwarze T. — röthlich-schwarz, mit röthlich gefleckten Warzen, das Innere violettschwarz oder dunkel braunroth mit röthlichen Adern), T. aestivum Vitt. (unregelmässig kugelig, mit sehr grossen pyramidalen Warzen, aussen schwarzbraun, innen blassbraun und weisslich marmorirt) und Choiromyces maeandriformis Vitt. (Tuber album Sow., weisse Trüffel — unregelmässig knollig, einer Kartoffelknolle ähnlich, glatt, blassbraun oder weisslichgelb, innen weiss mit gelblichen Adern) sind die wichtigsten Speisetrüffeln. — Elaphomyces

hat keine Kammern im Fruchtkörper; die zur Reifezeit sehr harte, holzige Peridie umschliesst eine fädige Masse mit staubförmigen schwarzen Sporen (E. granulatus und aculeatus).

4. Unterordnung. Pyrenomycetes.

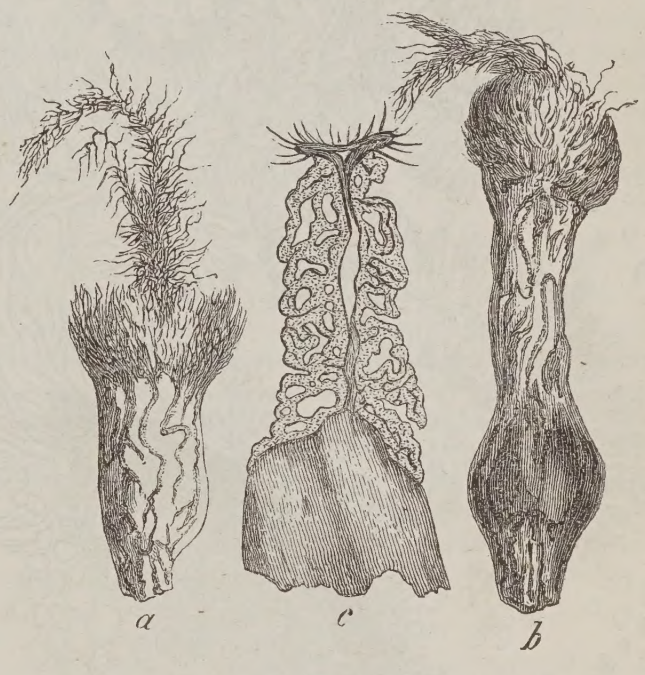
449. Neben den Discomyceten bilden die Pyrenomyceten (Kernpilze) die umfangreichste Gruppe der Schlauchpilze. Sie bewohnen zum Theil als Saprophyten todte Pflanzentheile, auf denen sie sich während des Absterbens oder nach demselben ansiedeln; oder sie vegetiren auf Mist (Coprophileae, § 454). Ein grosser Theil tritt aber auch als Parasiten auf, selten auf Insekten (Cordiceps), vorzüglich auf Pflanzen. In diesem Falle bringen sie aber ihre Fruchtkörper häufig erst zur Entwickelung, wenn der von ihnen befallene Pflanzentheil abgestorben und in Verwesung begriffen ist; sie sind dann in ihrer letzten Lebensperiode gleichfalls Saprophyten. Ihr wenigstens in den ersten Lebensstadien frei-fädiges, bald aus zartwandigen, bald aus derben gefärbten, durch Querwände gegliederten, reich verästelten Hyphen bestehendes Mycelium wuchert meist in den oberflächlichen Geweben der befallenen Pflanzentheile, dringt aber unter Umständen auch tief in letztere ein. Später verfilzen sich die Mycelhyphen manchmal zu hautartigen Lagern; oder sie bilden stärkere Stränge, ähnlich denen der Rhizomorphen (§ 485) oder auch die als Sclerotien oder Dauermycelien (§ 414) bezeichneten knollenförmigen Gewebekörper (vgl. § 453). Obgleich in feineren Structurverhältnissen oft bedeutende Unterschiede zeigend, stimmen diese Sclerotien doch in den allgemeinen Zügen ihres Baues, wie in der Entwickelungsgeschichte, so überein, dass bezüglich dieser Verhältnisse auf das im § 453 zu erläuternde Mutterkorn verwiesen werden kann.

450. Organe der ungeschlechtlichen Vermehrung sind ein- oder auch mehrzellige Gonidien (Conidien), welche auf sehr mannigfaltig gestalteten, häufig gute Gattungsmerkmale bietenden Gonidienträgern abgeschnürt werden, die nicht nur auf dem Mycelium, sondern in manchen Fällen selbst von der Perithecienwand entspringen. Häufig treten die gonidienerzeugenden Hyphen auch im Grunde perithecienartiger, ein- oder mehrfächeriger Behälter auf, in sogenannten Gonidienfrüchten oder Pycniden, deren Gonidien früher als Stylosporen (Macrostylosporen) bezeichnet wurden. Zwischen freien Gonidienträgern und Pycniden giebt es in gewissen Fällen Uebergänge (Fumago); andererseits können die Pycniden in verschiedener Weise, durch echte Gewebebildung (Pleospora herbarum) oder durch Hyphenverflechtung entstehen. Ferner entwickeln viele Kernpilze noch pycnidenartige Behälter, in denen in gleicher Weise kleinere „Stylosporen“ (Microstylosporen) zur Bildung kommen. Diese sind in manchen Fällen keimunfähige Gonidien, in anderen jedoch vermuthlich männliche Geschlechtszellen oder Spermatien, ihre Behälter dann echte Spermogonien. Als Stütze hierfür dienen die Flechten (siehe diese) und gewisse Kernpilze (Polystigma, § 452). Freie Gonidienträger, Pycniden, Spermogonien und schliesslich Perithecien treten bei manchen Pyrenomyceten in der angegebenen Reihenfolge constant im Entwickelungsgange auf, während anderen die eine oder andere Fruchtform fehlt, in anderen Fällen die Zusammengehörigkeit bis jetzt nicht nachweisbar ist, so dass die betreffenden

Gebilde vielfach noch, wie früher, als eigene Gattungen beschrieben werden. Zu vergessen ist dabei indessen nicht, dass die vermeintlichen Pycniden oder Spermogonien in gewissen Fällen auch parasitisch auf Kernpilzen vorkommenden anderen Pyrenomyceten angehören. Ein Beispiel dafür bieten die Pycniden der in Erysiphe schmarotzenden Gattung Cicinnobolus.

451. Die Perithecien zeigen eine sehr verschiedene, im allgemeinen kugelige, krug- oder flaschenförmige Gestalt. Sie entspringen in der als Simplices bezeichneten Gruppe (§ 454) einzeln und frei dem Mycelium und besitzen daher eine derbere Wand aus einem mehr oder minder stark entwickelten, pseudoparenchymatischen Hyphengeflechte, dessen äussere Schicht eine meist braune oder schwarze, oft von Haaren, Warzen etc. bedeckte Rinde bildet. Bei den der Gruppe der Compositi angehörenden Kernpilzen (§ 454) entwickelt sich auf dem Mycelium zunächst ein sogenanntes Fruchtlager (Stroma): ein mehr oder weniger massiger, meist polsterförmiger, selten stiel-, hut-, kopf- oder becherförmiger, selbst strauchartiger Gewebekörper aus zahlreichen dicht verflochtenen und oft pseudoparenchymatisch verschmolzenen Hyphen, und in diesem Stroma entstehen die Perithecien zahlreich neben einander. Sie sind demselben oft nur wenig, oft aber auch mehr oder weniger tief eingesenkt, ragen vielfach nur mit ihren Mündungen aus dem Fruchtlager hervor und besitzen dann schwächer ausgebildete, vom Gewebe des letzteren weniger scharf oder garnicht abgesetzte Wände (vgl. § 453, Fig. 92, 93). Den Grund der Perithecienhöhlung nimmt in beiden Fällen das Hymenium (§ 438) ein. Die enge Perithecienmündung ist entweder von Anfang an vorhanden oder wird erst später als ein gewöhnlich mit Haaren (Periphysen) ausgekleideter Canal gebildet. Auch die Perithecienhöhlung ist anfänglich meist von einem Gewebe ausgefüllt, das erst während der Entwickelung des Hymeniums allmählich resorbirt wird.

Fig. 88.



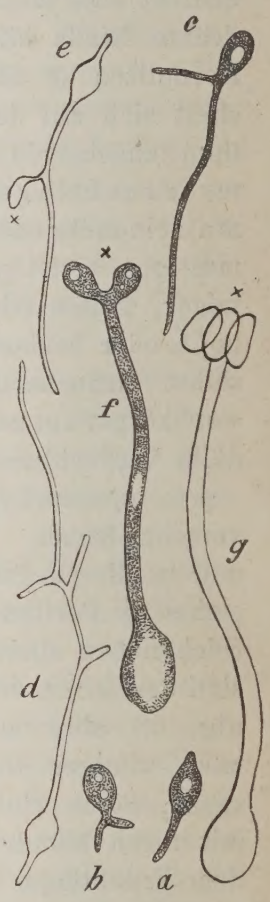
452. Bezüglich der Entwickelungsgeschichte der Perithecien sind unsere Kenntnisse sehr

Fig. 88. Claviceps purpurea Tul. *a* Sehr junger Fruchtknoten des Roggens mit der Gonidienform (Sphacelia) des Pilzes. *b* Aelterer Fruchtknoten, dessen oberer Theil noch die Gonidiengeneration trägt, während unten die Entwickelung des Mutterkornes (Sclerotium) begonnen hat. *c* Längsschnitt durch den oberen Theil eines Entwickelungsstadiums wie *b*. Nach Tulasne; alle Fig. vergr.

mangelhaft. Für gewisse Arten (Pleospora herbarum) ist es unzweifelhaft, dass die Sporenschläuche nicht einem Archicarp oder Ascogon entstammen, während bei anderen Formen ein solches vorhanden ist. Bei Sphaeria Lemaneae und Sordaria fimiseda stellen die Fruchtanfänge kugelig angeschwollene, den Mycelästen aufsitzende Zellen dar, bei anderen Sordarien sind sie denen von Eurotium (§ 445) ähnlich und bei Polystigma rubrum und P. fulvum zeigen sie eine auffallende Uebereinstimmung mit den Ascogonen der Flechten (Fig. 104). Letztere in Blättern von Prunus schmarotzende, erst kürzlich untersuchte Arten zeigen nämlich in den jugendlichsten Perithecienanlagen einen durch abweichenden Inhalt ausgezeichneten dickeren,

Fig. 89.

Fig. 90.



durch Querwände gegliederten Hyphenast, dessen unterer Theil wie beim Ascogon der Flechten in 2—3 Windungen schraubig gerollt ist, während sein oberer Theil als mehr oder minder gestreckter Faden der Blattepidermis zu- und schliesslich mit seiner Endzelle zu einer Spaltöffnung hinauswächst. Die Zeit des Hervortretens dieses der Trichogyne des Flechten-Ascogons gleichenden Fadenendes fällt mit der Entleerung der bei Polystigma reichlich entwickelten gemshornartigen Spermatien zusammen, die auch an der Endzelle haftend angetroffen wurden,

---

Fig. 89. Claviceps purpurea Tul. Fragment eines Längsschnittes aus Fig. 88 *c* an der Grenze des sich entwickelnden Mutterkornes (*m*) und der noch fortwährend Gonidien (*c*) abschnürenden Sphacelia-Form (*s*) des Pilzes. Nach Tulasne. Sehr stark vergrössert. — **Fig. 90.** Claviceps purpurea Tul. *a*—*d* Gonidien in verschiedenen Stadien der Keimung. *e*—*g* Gekeimte Gonidien, welche (bei ×) Secundärgonidien erzeugen. Nach Kühn; Vergr. 800.

von denen jedoch eine Copulation mit Sicherheit bis jetzt nicht nachgewiesen werden konnte. Dagegen konnte das spätere Verschwinden der „Trichogyne", namentlich aber das Aussprossen der ascogenen Zellen des schraubigen Archicarptheiles zu plasmareichen Hyphen, sowie der Zusammenhang der späteren Sporenschläuche mit diesen ascogenen Hyphen constatirt werden.

453. Als Beispiel eines Kernpilzes mit ziemlich complicirtem Entwickelungsgange mag noch die das „Mutterkorn" erzeugende Claviceps purpurea aus der Gruppe der Compositi Erwähnung finden. Dieser Parasit tritt in der Blüthe der Gräser, namentlich des Roggens, als ein weisslicher Schimmel auf, dessen Mycel den jungen Fruchtknoten von unten auf zuerst streifig (Fig. 88 *a*), dann hautartig umspinnt und in ihn eindringt. Auf kurzen Aesten erzeugt dasselbe eiförmige Gonidien (Fig. 89 *s*, *c*), welche zu einem Keimschlauche auswachsen oder auf dem Ende eines kurzen Schlauches secundäre Gonidien abschnüren, die ihrerseits erst keimen (Fig. 90). Diese früher als Sphacelia segetum beschriebene Gonidienform sondert ein kleberiges, süssliches Secret, den sogenannten Honigthau ab, der manchmal in Tropfen zwischen den Blüthentheilen hervorquillt, von Insekten begierig aufgesucht wird und daher zur Verbreitung der in ihm liegenden Gonidien beiträgt. Hat das die Gonidien erzeugende Mycelium den Höhepunkt seiner Entwickelung errreicht, so bildet es, abermals von unten auf, zahlreiche sich dicht zu einem pseudoparenchymatischen Gewebe durch einander schlingende Aeste, die einen allmählich emporwachsenden, gewöhnlich hornartig gekrümmten Körper, das sogenannte Mutterkorn erzeugen. Dieses ist ein Dauermycelium, ein Sclerotium, dessen äussere Zellenlagen ihre Wände violett bis violettschwarz färben, dessen Inhalt reichlich Fett enthält (Fig. 89 *m*), und das im Stande ist, zu überwintern. Im nächsten Frühjahre wachsen aus ihm die Fruchtlager (Stromata) hervor, deren Anlagen von inneren Hyphengruppen ausgehen dar, die aus zahlreichen durch einander geschobenen Hyphen zusammengesetzt sind und unter und welche die Rinde des Sclerotiums durchbrechen (Fig. 91, S. 230). Sie stellen gestielte Köpfchen ihrer höckerigen Oberfläche zahlreiche eingesenkte Perithecien entwickeln (Fig. 92, 93). Diese werden als kleine, rundliche Gruppen inhaltreicher Zellen sichtbar, die sich nach allen Raumrichtungen wie ein echter Gewebekörper theilen. Im oberen (peripherischen) Theile jeder Peritheciumanlage tritt dann (wahrscheinlich durch Auseinanderweichen der Zellen) ein zuerst flacher, allmählich sich kuppelförmig erweiternder Hohlraum auf, an dessen seitlichen Wänden die später bis auf unkenntliche Reste wieder verschwindenden Periphysen hervorsprossen, während aus den obersten Zellen des kleinzelligen, plasmareichen Bodens der Peritheciumhöhlung die Sporenschläuche sich erheben. Geschlechtsorgane sind weder bei Anlage der Fruchtlager noch bei derjenigen der Perithecien beobachtet worden. Die schlank keulenförmigen Schläuche enthalten je acht fadenförmige Sporen, welche durch einen in dem Scheitel des Schlauches entstehenden Riss frei werden (Fig. 94). Die Sporen keimen in der Weise, dass sie zuerst knotige Anschwellungen erhalten und aus diesen zarte Keimschläuche entwickeln (Fig. 95, S. 231). Gelangen diese Sporen in die Blüthen von Gräsern, so erzeugen sie hier wieder die Gonidienform des Pilzes.

454. Einige wichtigere Formen der Kernpilze sind folgende.

A. Coprophileae. Auf Mist lebende Pilze, deren Perithecien unmittelbar auf oder im Substrate, bisweilen auf einem Stroma sitzen und deren meist dunkel gefärbte Sporen von einer farblosen Gallertzone umgeben oder mit schwanzförmigen Anhängseln versehen sind: Sordaria.

B. Simplices. Auf Pflanzentheilen, selten auf Thieren, nie auf Mist lebende Pilze, deren Perithecien jedes unmittelbar auf oder im Substrate, nie auf einem Stroma sitzen. — Sphaerella: sehr kleine, mit unbewaffnetem Auge kaum sichtbare, kugelige Perithecien unter der Epidermis frischer oder verwesender Blätter. S. Mori auf Maulbeerbäumen schädlich (die Spermogonien als Septoria Mori), S. maculaeformis auf Eichen. — Sphaeria: in Blättern und Rinden. S. pustula auf Eichenblättern. S. Fragariae verursacht die Fleckenkrankheit der Erdbeerblätter. — Gnomonia, Ceratostoma, Calosphaeria, Rhaphidospora etc. mit schnabelartiger Mündung des Peritheciums: G. fimbriata auf Blättern von Carpinus, G. tubaeformis auf Erlenblättern, Cerat. rostrata auf faulem Holze, Cal. princeps mit sehr grossen Perithecien auf Stämmen von Pflaumen und Kirschen, R. rubella auf faulenden, krautigen Stengeln. — Pleospora herbarum ist einer der gemeinsten Pyrenomyceten, dessen Gonidienform (Cladosporium herbarum) krautige Organe als olivengrüner Schimmel überzieht. — Fumago: schwarze, russartige Ueberzüge auf Blättern bildend. — Dilophospora: Sporen an beiden Enden mit einem federartigen Anhängsel; auf Gräsern.

C. Compositi. Viele Perithecien einem gemeinsamen Stroma eingesenkt. Sonst wie B. — Xylaria: Fruchtkörper keulig, einfach oder verzweigt; X. polymorpha an

Baumstümpfen. — Claviceps: siehe § 453. C. purpurea in Grasblüthen. Das giftige Mutterkorn officinell (Secale ornutum — Bestandtheile: Ecbolin, Ergotin und Picrosclerotin als 3 wenig

Fig. 91.

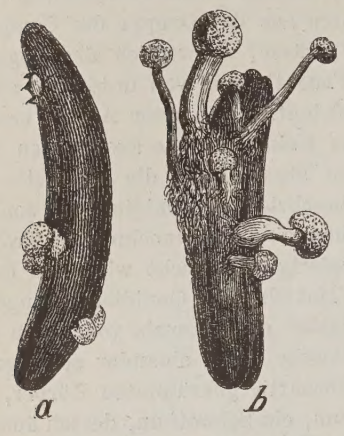


Fig. 92.

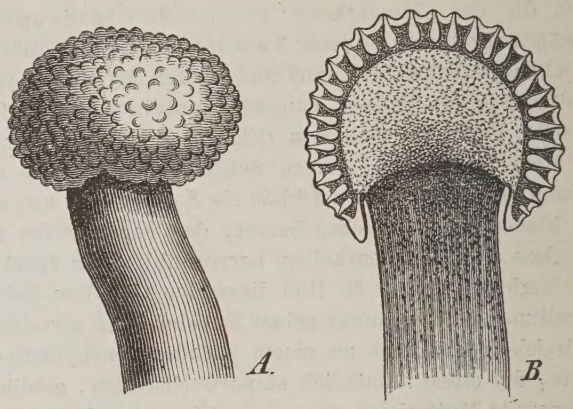


Fig. 93.

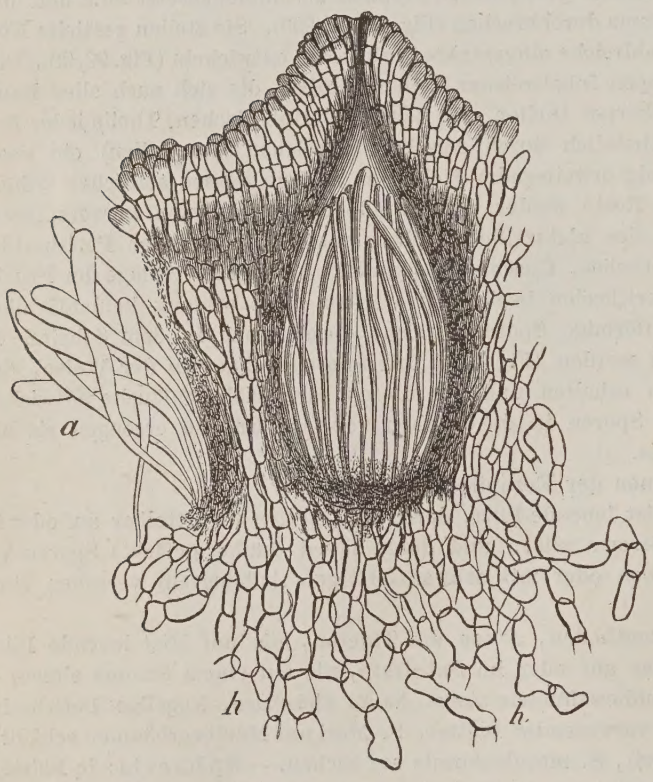
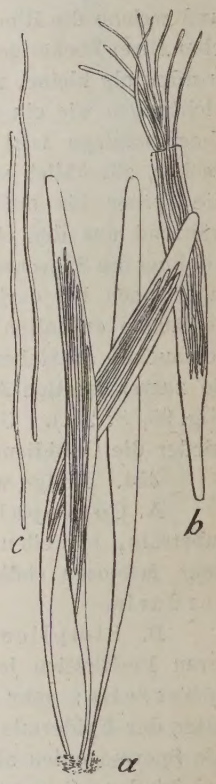


Fig. 94.



bekannte Alkaloide; ferner Sclerotinsäure, Sclerokrystallin, Cholesterin und Sclererythrin). —

Fig. 91. Claviceps purpurea Tul. Zwei Sclerotien mit den in Entwickelung begriffenen Fruchtlagern; *a* sehr jung, *b* völlig entwickelt. Natürl. Grösse. — **Fig. 92.** Claviceps purpurea. A reifes Köpfchen, B solches im Längsschnitte; schwach vergrössert. — **Fig 93.** Claviceps purpurea Tul. Perithecium aus dem Längsschnitte des reifen Köpfchens; *h* die Hyphen des lockeren Markes, *a* Schläuche eines benachbarten zerschnittenen Peritheciums. Nach Tulasne; sehr stark vergrössert. — **Fig. 94.** Claviceps purpurea. *a* Drei Schläuche aus einem reifen Perithecium. *b* Schlauch, welcher die Sporen entlässt. *c* Zwei Sporen. Vergr. ca. 700.

Cordiceps: Mycelium in lebenden Insektenlarven; Gonidienform früher als Isaria beschrieben; Fruchtkörper wie bei Claviceps oder keulenförmig, aus der todten Larve oder der Puppe hervorbrechend; C. militaris, cinerea etc. auf Raupen. Botrytis Bassiana ist die Gonidienform eines mit C. militaris verwandten Pilzes, der die als Muscardine bekannte Krankheit der Seidenraupe erzeugt. — Ustulina bildet spröde, schwarze Krusten mit kleinen Warzen. U. vulgaris an Baumstümpfen. — Epichloë: weissliche bis ockergelbe Flecken auf den Blattscheiden von Gräsern. E. graminis. — Polystigma: das die Spermogonien entwickelnde Mycel von P. rubrum veranlasst auf lebenden Kirschen- und Pflaumenblättern die sogenannten Fleischflecken (Lohe); die Perithecien reifen im Laufe des Winters in den abgefallenen Blättern. — Hypoxylon coccineum bildet erbsengrosse, rothbraune Pusteln an Stämmen der Buche. — Valsa: Warzen auf abgestorbenen Zweigen bildend, denen die Perithecien eingesenkt sind; V. nivea weiss, mit schwarzen Perithecien. — Nectria cinnabarina bildet auf Rinden warzige, rothgefärbte Lager; Tubercularia vulgaris ist die an alten Zweigen in Form rother Knöpfchen erscheinende Gonidienform.

5. Unterordnung. Discomycetes.

455. Die Scheibenpilze unterscheiden sich von den Kernpilzen wesentlich nur dadurch, dass ihr Hymenium die freie Oberfläche meist scheiben-, schüssel- oder becherförmiger Fruchtkörper von gewöhnlich nur geringer Grösse bedeckt (Fig. 96 *c*). Selten nimmt es die Oberfläche keulenförmiger Fruchtkörper ein (Geoglossum), oder es sind die letzteren grössere, gestielte Hüte, welche an die typischen Hutpilze erinnern und die Sporenschläuche auf der glatten (Verpa), wellig-gefalteten (Helvella) oder netzig-gerunzelten (Morchella) Hutfläche tragen. Schlauch- und Sporenentwickelung findet wie bei den Pyrenomyceten statt. Ebenso sind Formen bekannt, bei denen Sclerotien, Gonidienträger, Pycniden oder Spermogonien auftreten. So besitzt Peziza Fuckeliana freie Gonidienträger (früher als Botrytis cinerea beschrieben); sie überwintert als Sclerotium (wie Claviceps, § 453) und erzeugt aus letzterem die die Ascosporen enthaltenden Fruchtkörper, Gonidienträger dagegen, wenn die Sclerotien ohne Ruheperiode zur Weiterentwickelung getrieben werden. Für die Anlage der Ascosporenfrüchte sind bei Peziza und Ascobolus Archicarpien bekannt. Bei Peziza sind dieselben kugelige oder eiförmige Zellen (Fig. 96 *A*, *B*: *c*), welche auf dem Scheitel meist einen hakenförmigen Fortsatz besitzen, dem sich der Antheridienzweig (Fig. 96 *A* und *B*, *p*) anlegt. Zahlreiche unterhalb dieser meist in grösserer Zahl beisammen stehenden Organe hervorsprossende und letztere umwachsende Hyphen (Fig. 96 *A* und *B*, *h*) bilden schliesslich den Fruchtkörper. Ascobolus furfuraceus entwickelt das Archicarp in Form eines dicken, raupenartigen, mehrzelligen, früher als „Scolecit“ bezeichneten Mycelastes (Fig. 96 *D*, *c*), der in seinem vorderen Theile von den Aesten des schlanken Antheridienzweiges (Fig. 96 *D*, *p*) fest umsponnen wird. Während auch hier

Fig. 95.

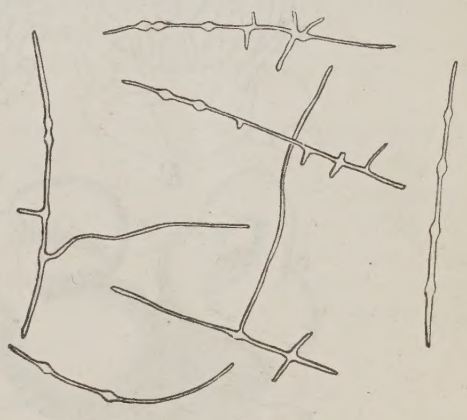
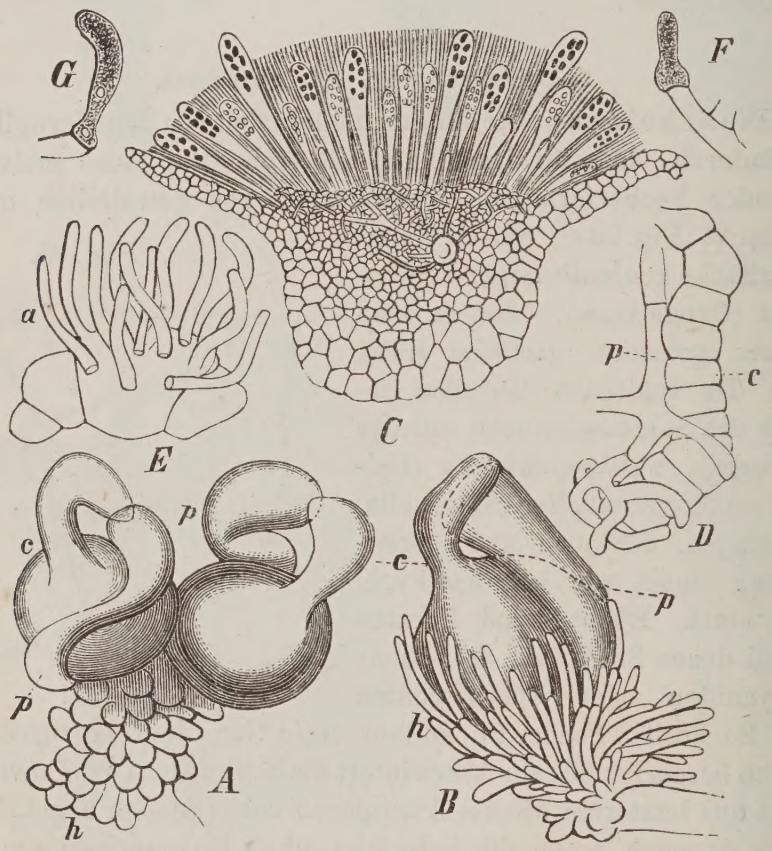


Fig. 95. Claviceps purpurea Tul. Schlauchsporen in verschiedenen Stadien der Keimung. Nach Kühn. Vergr. 600.

die sterilen Hyphen beide Organe einschliessen, schwillt eine der mittleren Archicarpzellen bedeutend an und lässt aus ihrem Rücken zahlreiche Fäden hervortreten (Fig. 96 *E*, *a*), welche sich als ascogene Hyphen in einer bestimmten Schicht des Fruchtkörpers ausbreiten, durch Querwände gliedern, sich verzweigen und als letzte Zweigenden die jungen Sporenschläuche (Fig. 96 *F* und *G*) abgliedern, welche nun zwischen den schon vorher aus sterilen Hyphen des Fruchtkörpers hervorgegangenen zahlreichen Paraphysen emporwachsen (Fig. 96 *C*). Der anfänglich kugelige und auf seinem Scheitel geschlossene Fruchtkörper öffnet sich schliesslich und erlangt so seine Becherform.

Fig. 96.



456. Die wichtigsten Familien der Scheibenpilze mit einigen bemerkenswerthen Formen sind:

I. Fruchtkörper auf das Hymenium reducirt, dem Substrate eingewachsen. Auf faulenden Pflanzentheilen: **Stictideae** (Stictis).

II. Fruchtkörper kork-, leder- oder hornartig, dauerhaft, meist dunkel gefärbt, das Hymenium in der Regel heller, als der übrige Theil.

A. Fruchtkörper hornartig, rundlich und mit Klappen oder Deckel aufspringend, oder länglich und sich mit einer Längsritze öffnend. Auf lebenden und faulenden Pflanzentheilen: **Phacidiaceae.** — Phacidium Medicaginis auf Blättern von Klee und Luzerne. — Lophodermium Pinastri (Hysterium Pinastri) verursacht die Schüttekrankheit der Kiefer. — Hypoderma macrosporum ist der Erzeuger der Nadelschütte (Nadelbräune, Nadelröthe) der Fichte. H. nervisequium verursacht die Nadelbräune oder

---

Fig. 96. A und B Geschlechtsorgane von Peziza confluens (Vergr. 380) nach Tulasne. — C—G Ascobolus furfuraceus nach Janczewski: C Reifer Fruchtkörper im Längsschnitte (Vergr. 70). D Geschlechtsorgane. E Erstes Entwickelungsstadium der ascogenen Hyphen. F und G Junge Schläuche. Vergr. von D, F, G = 490, E = 330. *c* Carpogon, *p* Pollinodium, *a* ascogene Hyphen, *h* sterile Hüllschläuche.

Nadelschütte der Weisstanne. — Rhytisma acerinum: die Spermogonien im Sommer in Gestalt hirnartig gerunzelter, schwarzer Flecken auf lebenden Ahornblättern gemein, die Perithecien im Frühlinge auf verwesenden Blättern.

B. Fruchtkörper meist kork- oder lederartig, in der Regel von kreisförmigem Umrisse, kopf-, scheiben- oder napfförmig. Auf faulenden Pflanzentheilen: **Patellariaceae.** — Cenangium Ribis, schwärzliche Becherchen auf faulenden Zweigen von Ribes.

III. Fruchtkörper in der Regel wachsartig oder gallertartig weich und leicht vergänglich, sein Hymenium meistens dunkler gefärbt als der übrige Theil.

A. Asci bei der Reife über die Paraphysen vortretend (Fig. 96 C). Fruchtkörper gallertartig oder fast gallertartig weich, hut-, becher- oder warzenförmig: **Bulgariaceae.** — Ascobolus furfuraceus auf Kuhmist. — Calloria fusarioides bildet rothe Scheiben auf faulenden Stengeln von Urtica dioica. — Bulgaria inquinans: kreiselförmige, braune, bis 4 cm grosse Fruchtkörper auf gefällten Buchen- und Eichenstämmen.

B. Asci nicht über die Paraphysen vortretend. Fruchtkörper wachsartig oder fleischig.

1. Fruchtkörper becher-, napf- oder lagerförmig, das Hymenium auf der vertieften Oberfläche tragend: **Pezizeae.** — Peziza: auf Erde oder faulenden Pflanzentheilen, selten echte Parasiten. P. aurantiaca, grosse, orangerothe Scheiben auf lehmiger Erde. P. hemisphaerica, braun, auf Erde. P. granulata, orangefarben, auf Kuhmist. P. ciborioides (Kleekrebs) schmarotzt mit ihrem Mycelium im Klee, tödtet diesen und entwickelt dann vom November bis April in und auf den faulenden Pflanzen in sehr grosser Menge die schwarzen Sclerotien, aus denen im Juli oder August die lang gestielten, braunen Fruchtbecher hervorbrechen, deren Sporen aufs Neue Ansteckung des Klee's bewirken. P. sclerotiorum schmarotzt im Raps und entwickelt ihre Sclerotien in den Rapsstoppeln. P. Willkommii verursacht den Lärchenrindenkrebs.

2. Fruchtkörper gestielt, der das Hymenium tragende Theil hut-, kegel- oder keulenförmig, oder ausgebreitet und zurückgeschlagen. Meist grosse, an die Hutpilze erinnernde Formen: **Helvellaceae.** — Morchella (Morchel): Stiel hohl; Hut kegelförmig, auf der schlauchtragenden Oberfläche netzig-runzelig. Essbar. — Hellvella (Lorchel): Hut unregelmässig wellig-gelappt und gefaltet. H. esculenta u. a. Arten sind essbar; H. suspecta ist giftig. — Verpa: Hut glockenförmig, glatt. — Spathulea: Fruchtkörper eine flache, spatelförmige Keule. — Geoglossum: Fruchtkörper eine elliptische Keule.

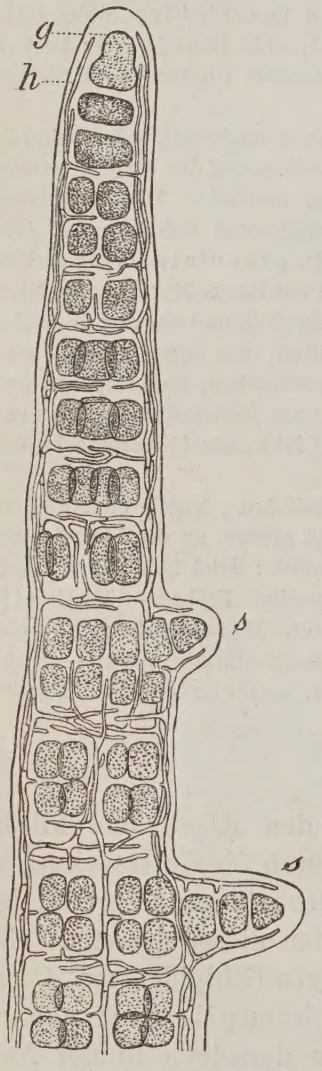
6. Unterordnung. Lichenes.

457. Die früher allgemein als selbständige, den Algen und Pilzen gleichwerthige Gruppe betrachteten Flechten sind durch die Untersuchungen der letzten beiden Jahrzehnte als Pilze erkannt, welche in ganz eigenthümlicher Weise mit Algen zusammen leben. Die Hyphen dieser grösstentheils den Ascomyceten, nur mit einigen tropischen Gattungen (Rhipidonema, Cora, Laudatea) den Basidiomyceten angehörenden Flechtenpilze umwachsen nämlich die betreffenden Algenzellen oder Gruppen derselben in der Art, dass sie die Algen völlig in den Thallus einschliessen, dass die Algenzellen als zugehörige Bestandtheile des letzteren erscheinen, die man früher als „Gonidien" bezeichnete, die aber nicht mit den gleichnamigen Fortpflanzungszellen oder Conidien der Pilze verwechselt werden dürfen.

Die einfachsten Verhältnisse zeigen die niedrigst organisirten Flechten: die Fadenflechten (Lichenes byssacei), deren Thallus aus strauchig verzweigten, meist sehr dünnen, schon habituell mehr oder weniger an fädige Algen erinnernden Fäden besteht. Bei der in den Tropen verbreiteten Gattung Coenogonium bestehen diese sehr zarten Fäden aus den verzweigten Zellenreihen einer Cladophora (§ 388), welche von den farblosen, gegliederten und vielfach verzweigten Pilzhyphen in dünner, oft unterbrochener Schicht

äusserlich umsponnen werden. Die einheimische, derbere Thallusäste besitzende Gattung Ephebe zeigt ähnliche Hyphen in den gallertweichen Zellwänden (im Umfange und zwischen den Zellen) der Algengattung Sirosiphon (§ 367; Fig. 97). Die sich den Fadenflechten zunächst anreihenden Gallertflechten (Lichenes gelatinosi: Collema, Leptogonium etc.) zeichnen sich durch die gallertartige Beschaffenheit des selten krustigen oder strauchartigen, meist laubartig dem Substrate angeschmiegten Thallus aus, welcher aus den von den Hyphen des Flechtenpilzes allseitig durchwucherten Gallertcolonien von Nostocaceen (§ 365) gebildet wird (Fig. 104, 105). Mit der vorigen Gruppe aber zeigen die Gallertflechten das Gemeinsame, dass in ihrem Thallus Algenzellen und Hyphen ziemlich gleichmässig vertheilt sind: sie besitzen einen ungeschichteten oder homöomeren Thallus.

Fig. 97.



458. Die grosse Mehrzahl der Flechten verhält sich in letzterer Beziehung indessen abweichend, indem bei ihnen die Algenzellen gleichmässig oder nesterweise nur in einer bestimmten Schicht des Thallus auftreten, in welcher ausserdem noch ein verhältnissmässig geringer Theil der Hyphen verläuft (Fig. 98). Der übrige, an Masse gewöhnlich überwiegende Theil des Thallus besteht nur aus Hyphen und zwar lassen auch diese in Folge anderer Verhältnisse wieder eine ausgeprägte Schichtung erkennen, so dass man den Thallus überhaupt als geschichteten oder heteromeren Thallus bezeichnen darf. Von den einen derartigen Bau zeigenden Flechten sind die als Strauchflechten (Lichenes thamnoblasti) unterschiedenen nur mit kleiner Fläche dem Substrate angeheftet. Ihr aufrechter oder hängender, strauchartig mehr oder minder reich verzweigter Thallus besitzt cylindrische oder doch nur sehr wenig zusammengedrückte (Usnea, Bryopogon, Roccella) oder flache, band- oder blattartige Aeste (Cetraria, Evernia, Ramalina). Diese sind von einer verschieden dicken, aus lückenlos verflochtenen Hyphen gebildeten, pseudoparenchymatischen Rinde umkleidet (welche nur unter den Fruchtkörpern fehlt — Fig. 98 *r*, *r'*); seltener (z. B. bei Roccella) besteht die Rinde aus parallel und senkrecht zur Oberfläche verlaufenden Fasern. Sie umschliesst ein sehr lockeres, mit lufthaltigen Lücken versehenes Hyphengeflecht, das Mark (Fig. 98 *m*), und an der Grenze beider liegt die die Algenzellen führende Schicht (Fig. 98 *g*), selten sind die Gonidien gleichmässig durch das Mark vertheilt.

459. Bei den Laubflechten (Lichenes phylloblasti — Beispiele:

Fig. 97. Ephebe pubescens Fr. Spitze eines Thalluszweiges mit zwei jungen Seitenästen (*s*). *g* die Zellen der Alge Sirosiphon. *h* Hyphen. Vergr. 500.

Parmelia, Physcia, Sticta, Peltigera, Endocarpon) wird der Thallus in der Regel aus von einem gemeinsamen Centrum entspringenden, radial verlaufenden, verschieden (oft gabelig) getheilten laubartigen, gewöhnlich unebenen und oft vielfach über einander geschobenen Lappen gebildet, welche sich dem Substrate zwar anschmiegen, letzterem aber nur an wenigen Stellen angeheftet sind, so dass sich der Thallus ohne wesentliche Beschädigung loslösen lässt. Derselbe zeigt gleichfalls eine deutliche Differenzirung in Rinde, Mark und algenführende Schicht: letztere liegt an der Grenze zwischen dem die Mittelschicht bildenden Marke und der oberen Rindenschicht, also auf der dem Lichte zugewendeten Seite. Die Rinde zeigt im allgemeinen den Bau derjenigen der Strauchflechten; doch ist bei den meisten Laubflechten (und ähnlich auch bei vielen Strauchflechten mit flachen Aesten) die Rinde der Ober- oder Lichtseite von derjenigen der Unter- oder Schattenseite verschieden. Gewisse Laubflechten (Peltigera, Solorina) sind auf der Unterseite rindenlos, so dass die Markschicht dem Substrate unmittelbar aufliegt. Solche Gattungen bilden gewissermaassen den Uebergang zur dritten Gruppe der heteromeren Flechten, den Krustenflechten (Lichenes kyroblasti), welche unterseits häufig unberindet sind (Psora, Psoroma), in anderen Fällen hier eine Rinde besitzen (Pannaria, Placodium), jedoch mit der ganzen Unterseite dem Substrate so fest anhaften, dass sie ohne grosse Zerstörung des Thallus nicht ablösbar sind. Als eine eigene Form pflegt man endlich noch den hypophlöodischen oder unterrindigen Thallus einer Anzahl rindenbewohnender Flechten (z. B. der Graphideen) zu betrachten, welcher sich zwischen den Schichten des Periderms entwickelt, daher von den obersten Lagen des

Fig. 98.

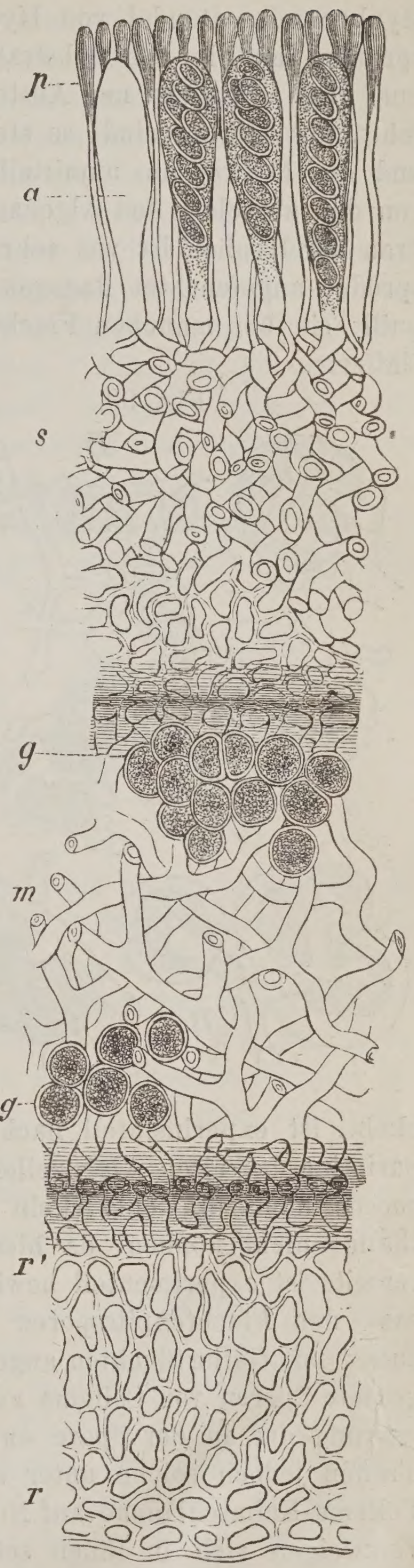
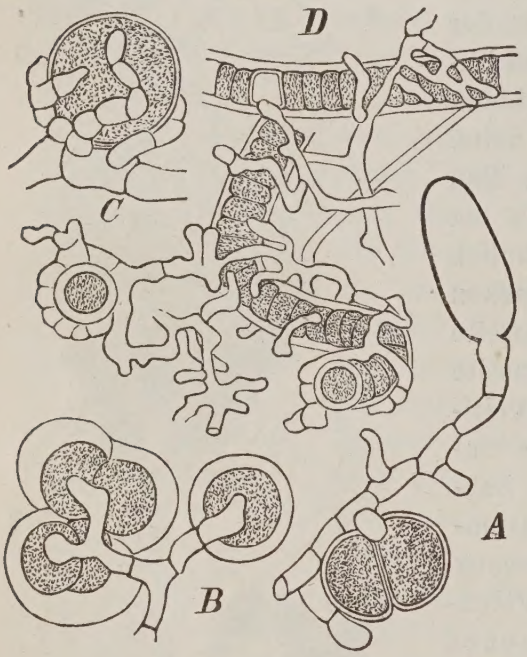


Fig. 98. Cetraria islandica. Querschnitt des Thallus unter einem Fruchtkörper, in ca. 600facher Vergr. *a* Schläuche und *p* Paraphysen, beide das Hymenium bildend. *s* Subhymeniale Schicht. *m* Mark. *g* Algenzellen. *r'* Innere farblose und *r* äussere braune Rinde des Thallus.

letzteren bedeckt wird. Das Anheften des Thallus an seine Unterlage wird in allen Fällen durch Rhizinen oder Haftfasern vermittelt: einzelne Hyphen oder Bündel von Hyphen, welche von der Thallusunterseite entspringen und in das Substrat (selbst in festes Gestein) eindringen. Wie nun diese Rhizinen nur Aeste äusserer Hyphen der Rinde oder, wo diese fehlt, des Markes sind, so stehen andererseits auch die Hyphen der Rinde und des Markes in unmittelbarem Zusammenhange, und das Gleiche gilt von den zwischen den Algenzellen verlaufenden Hyphenzweigen. Die Membran der Hyphen ist von sehr verschiedener Dicke, im trockenen Zustande spröde, angefeuchtet dagegen weich und biegsam. In kochendem Wasser quillt sie bei manchen Flechten (z. B. Cetraria islandica) zu structurloser Gallerte.

Fig. 99.

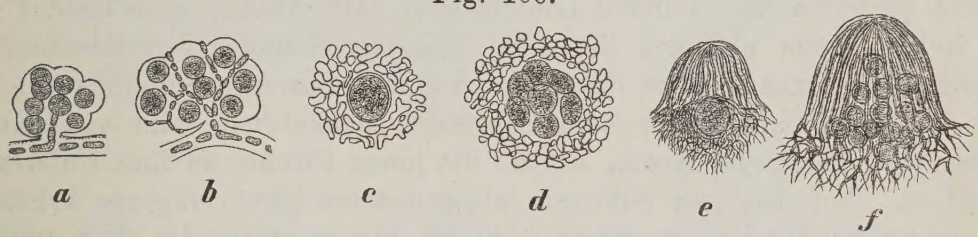


460. Betrachten wir das nähere Verhältniss der Hyphen zu den Algen, so sehen wir, dass letztere in vielen Fällen von den Hyphen von allen Seiten umwachsen werden, wobei oft eine so feste Verschmelzung der Hyphenäste mit den Algenzellen eintritt, dass beide kaum ohne Verletzung getrennt werden können (Fig. 99, C, D). Es kann aber auch ein kürzerer Hyphenzweig so an eine Algenzelle treten, dass nach Verwachsung beider Zellen die letztere auf ersterem wie auf einem Stiele sitzt (Fig. 99 *B*) Dass aus dem Flechtenthallus sorgfältig ohne Verletzung befreite Algenzellen unter geeigneten Culturbedingungen sich wie ursprünglich freie gleichnamige Algen weiter entwickeln, ist experimentell nachgewiesen. Die aus dem Thallus von Physcia parietina befreiten Algenzellen z. B. verhalten sich dann genau wie Cystococcus humicola, entwickeln auch Schwärmzellen, was sie im Flechtenthallus nicht können, da hier die Lebensbedingungen andere sind. Andererseits ist experimentell bewiesen, dass sich typische Flechten durch Aussaat der Flechtenpilzsporen auf zusagende Algen erziehen lassen. Die zuerst mit Gallertflechten angestellten Versuche ergaben, dass für sich allein gesäete Sporen von Collema zwar keimen, die Keimschläuche aber nach Aufzehrung der in der Spore enthaltenen Reservenährstoffe zu Grunde gehen. Treffen jedoch solche unter sonst gleichen äusseren Bedingungen erzogene Collema-Keimschläuche auf Nostoc-Colonien, so dringen sie in dieselben ein, verzweigen sich in ihnen sofort reichlich zu förmlichen Hyphenbüscheln,

Fig. 99. A Keimende Spore von Physcia parietina auf Protococcus viridis (Vergr. 950). Algenzellen und anhaftende, resp. umspinnende Hyphen aus dem Thallus von: B Synalissa symphorea mit Gloeocapsa (Vergr. 950), C Cladonia furcata mit Protococcus (Vergr. 950), D Stereocaulon ramulosum mit Scytonema (Vergr. 650). Nach Bornet.

durchdringen Schritt für Schritt, die Zellenketten des Nostoc vielfach umschlingend, die Nostocgallerte und verwandeln die ursprüngliche Alge (Nostoc) schliesslich durch Bildung einer peripherischen, die ersten Rhizinen erzeugenden Hyphenlage in einen typischen Flechtenthallus (Collema). Gleiches wurde mit den Sporen heteromerer Flechten erreicht, wenn dieselben auf Algencolonien von Protococcus oder Cystococcus ausgesäet wurden (Fig. 99 *A*), und der Einfluss der Algenzellen auf die sie umspinnenden Flechtenhyphen war auch hier an der sofort eintretenden reicheren Verzweigung der letzteren unverkennbar klar gelegt. Die gelungensten Culturversuche jedoch wurden mit solchen Flechten angestellt, welche (wie Endocarpon, Thelidium etc.) der grossen Mehrzahl der Flechten gegenüber auch in ihrem Hymenium Algenzellen, sogenannte „Hymenialalgen“ führen. Letztere gehen nachweisbar aus den gewöhnlichen „Thallusalgen“ hervor, wenn sie sich auch durch gewisse Eigenthümlichkeiten von letzteren unterscheiden. Nun werden bei Endocarpon pusillum die der Algengattung Pleurococcus angehörenden, reichlich vorhandenen Hymenialalgen gleichzeitig mit den grossen vielzelligen Sporen aus dem Fruchtkörper ausgespritzt (vgl. § 439),

Fig. 100.



so dass sie zu 20—40 an der kleberigen Oberfläche der Sporen haften bleiben. Letztere wurden bei den mit ihnen angestellten Keimversuchen auf sorgfältig präparirten feuchten Lehmplatten aufgefangen und keimten sofort nach ihrer Ausstreuung. Ein Theil der aus den einzelnen Sporenfächern austretenden Keimschläuche umspann die der Spore anliegenden Hymenialalgen, mit ihnen den Thallusanfang bildend, andere drangen sammt Hyphen der Thallusunterfläche als Rhizinen in den Boden ein. Auf dem sich völlig normal aufbauenden Thallus erschienen 4—6 Wochen nach der Sporenaussaat die ersten der völlig eingesenkten Spermogonien, bald darauf konnten die ersten Perithecienanlagen nachgewiesen werden und nach 4—5 Monaten waren die ersten Sporen reif.

461. Ungeschlechtliche Vermehrung tritt bei den Gallertflechten dadurch ein, dass Auswüchse des Thallus sich loslösen und zu neuen Individuen heranwachsen. Zahlreiche heteromere Flechten entwickeln dagegen im Inneren des Thallus sogenannte Soredien. Diese entstehen in der Algenschicht und beginnen mit der Theilung einer Algenzelle und Umspinnung ihrer Tochterzellen mit einer Hyphenhülle. Letztere hebt damit an, dass die der ursprünglichen Algenzelle anliegende Hyphe ins Innere der Gruppe einen oder zwei Aeste schickt (Fig. 100 *a*), die sich hier reichlich verzweigen, durch Querwände gliedern und ihre Aeste nach allen Richtungen gegen die

Fig. 100. Usnea barbata. Entwickelung und Keimung der Soredien, nach Schwendener; Vergr. 500—700. Vgl. §§ 461, 462.

Oberfläche der Algengruppe senden (Fig. 100 *b*), auf der sie dann weiter wachsen und von wo aus sie oft wieder Zweige ins Innere treiben. Schliesslich wird jede Zelle der Algengruppe von einem dichten, faserigen oder pseudoparenchymatischen Hyphengeflechte umwachsen (Fig. 100 *c*). Die umsponnenen Algen aber theilen sich innerhalb ihrer Hülle weiter (Fig. 100 *d*) und die Theilzellen erhalten wieder Faserhüllen, welche sie von der allgemeinen aus umwachsen. Durch diesen lange fortdauernden Process werden allmählich grosse Soredienmassen unter der Thallusrinde angehäuft, bis dieselbe schliesslich aufreisst und die Soredienhaufen auf die Oberfläche des Thallus gedrängt werden. Ein lockeres Fasergeflecht hält die Massen zunächst zusammen, lässt aber dennoch dieselben leicht in die einzelnen Soredien zerfallen. Auch ausserhalb des Thallus kann die Vermehrung der Soredien durch Theilung ihrer Algen und Bildung neuer Faserhüllen fortschreiten, so dass an feuchten, schattigen Orten oft grosse Mengen als „Soredialanflüge“ angehäuft werden.

462. Unter günstigen Verhältnissen entwickelt sich das Soredium zu einem neuen Thallus, und manche Flechten, welche nur selten Schlauchfrüchte erzeugen, vermehren sich fast ausschliesslich in dieser Weise. Bei Physcia parietina und anderen Laubflechten entsteht der neue Thallus oft aus vielen neben einander liegenden und mit einander verschmelzenden Soredien, bei Usnea barbata dagegen aus einem einzelnen Soredium. Letzteres entwickelt auf seiner dem Substrate zugekehrten Seite aus seiner Hyphenhülle zerstreute Aeste, welche die junge Flechte an ihre Unterlage befestigen. Auf der dem Substrate abgewendeten Seite hingegen erheben sich zahlreiche Hyphen zu einem dicht geschlossenen Bündel (Fig. 100 *e*), das den Charakter einer wachsenden Astspitze dieser Flechte trägt und bald durch Theilung der Algen auch eine grössere Anzahl von Nährpflanzen erhält (Fig. 100 *f*). Letztere stehen zu den Hyphen der jungen, wie in der wachsenden Astspitze der alten Flechte in einem solchen Verhältnisse, dass die Hyphen stets über die letzten vereinzelt liegenden Algen des Thallus noch eine Strecke weit vorragen und Längenwachsthum, innere Differenzirung und Astbildung des Thallus ganz vom Wachsthum der Hyphen abhängig sind, die sich vermehrenden Algenzellen erst später nachrücken. Flechten wie Ephebe, Coenogonium u. a. zeigen das entgegengesetzte Verhalten; bei ihnen bestimmt die Alge Form und Wachsthumsweise des Thallus, die Hyphen rücken erst später in den wachsenden Scheitel nach (Fig. 97). — Schliesslich sind noch die bei Usnea auftretenden Sorediaäste zu erwähnen, die dadurch entstehen, dass ein einzelnes, noch in dem Rindenrisse des Mutterastes steckendes Soredium zu einem Thallus auswächst, der in der Rinde des Mutterthallus sitzen bleibt.

463. Unter den zahlreichen Flechten kennt man bis jetzt nur wenige tropische Gattungen (Laudatea, Cora, Rhipidonema), welche sich bezüglich ihrer Fructificationen von den übrigen abweichend verhalten. Dieselben entwickeln auf der Unterseite ihres Thallus ein Hymenium aus Basidien, gleich denen der Basidiomyceten (vgl. diese), und jede Basidie trägt ein Sterigma und auf diesem eine einzige kugelige Spore (wie bei der Hymenomycetengattung Kneiffia). Die genannten Gattungen sind also als eigene kleine Familie der

Basidienflechten (Basidio- oder Hymenolichenes) zu betrachten und streng genommen unter die Hymenomyceten zu stellen. Alle übrigen bekannten Flechten gehören ihrer Fruchtbildung nach den Schlauchpilzen

Fig. 101.

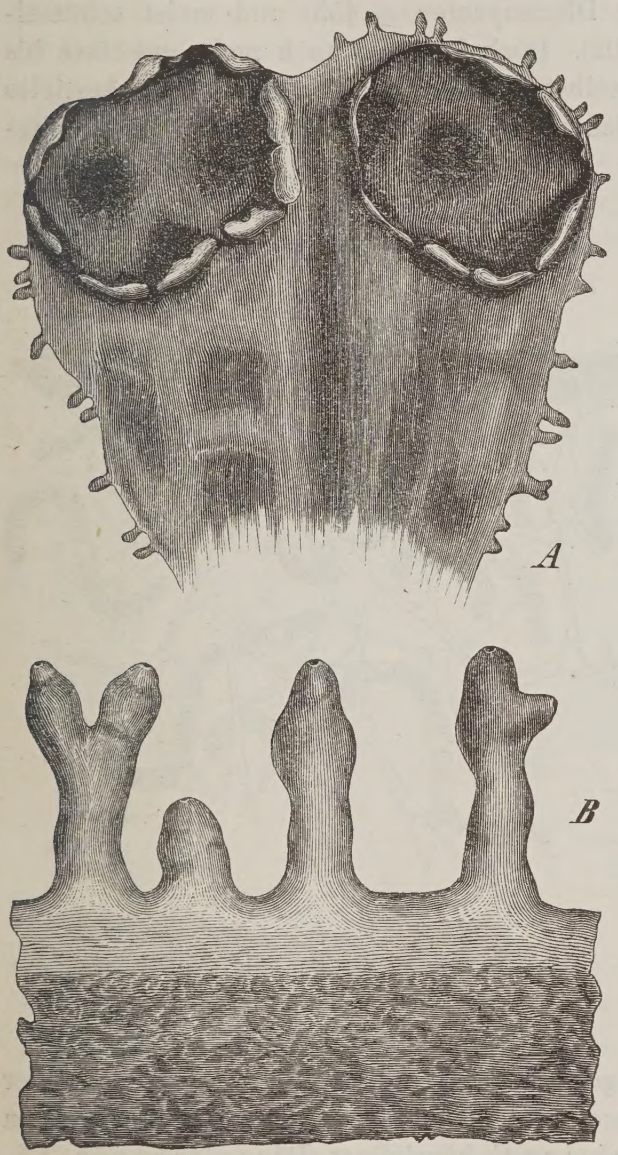
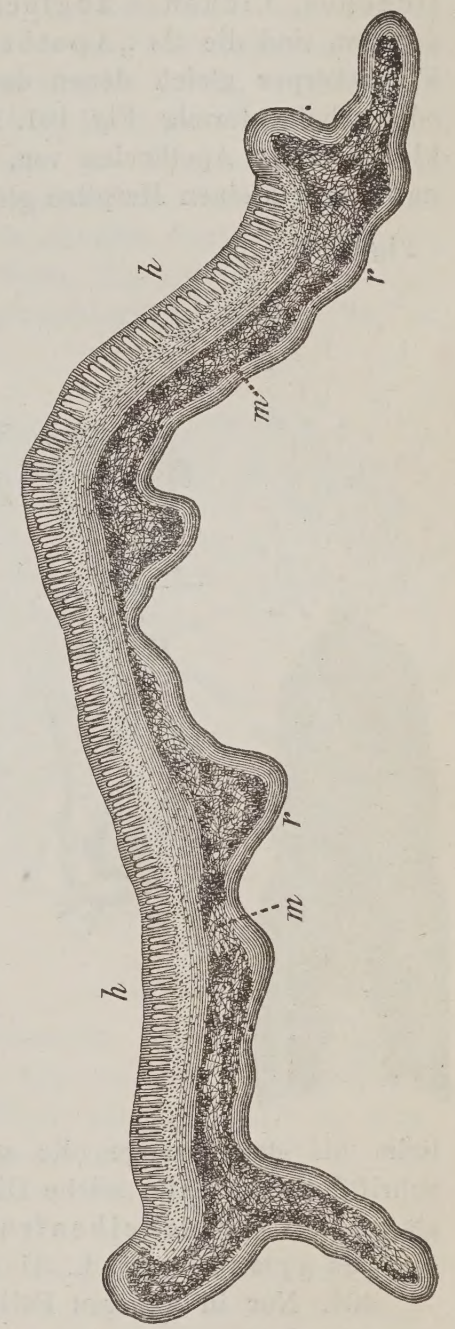


Fig. 102.



an, können also als Ascolichenes bezeichnet werden. Die Fruchtkörper

Fig. 101. Cetraria islandica. A Lappen des Thallus mit zwei Apothecien und am Rande mit zahlreichen je ein Spermogonium bergenden Wimpern; vergrössert. B Stück vom Rande des Thallus mit einigen Spermogonien enthaltenden Wimpern; noch stärker vergrössert.

Fig. 102. Cetraria islandica. Senkrechter Durchschnitt eines Thalluslappens mit Apothecium. *r* Rindenschicht des Thallus. *m* Markschicht mit den (in der Zeichnung dunkel punktirten) Algengruppen. *h* Hymenium des Apotheciums. Vergr. 30.

eines Theiles dieser Schlauchflechten gleichen in allen wesentlichen Punkten denjenigen der Pyrenomyceten (§ 451), sind krugförmige, in der Regel dem Thallus bis auf die canalartige Mündung eingesenkte Perithecien. Solche Flechten heissen bedeckt- oder kernfrüchtige F. (Pyrenolichenes, Lichenes angiocarpi, L. pyrenocarpi). Bei der Mehrzahl dagegen sind die als „Apothecien" von den Perithecien unterschiedenen Fruchtkörper gleich denen der Discomyceten (§ 455) und meist schüssel- oder scheibenförmig (Fig. 101, 102). Doch kommen auch mehr gewölbte bis kissenförmige Apothecien vor, selbst kopfförmige (Cladonia) oder gestielte und einem kleinen Hutpilze gleichende (Sphyridium, Baeomyces) oder läng-

Fig. 103.

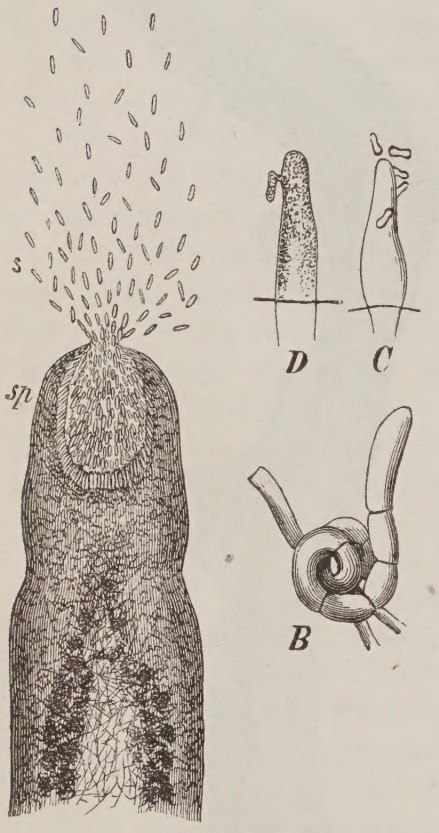
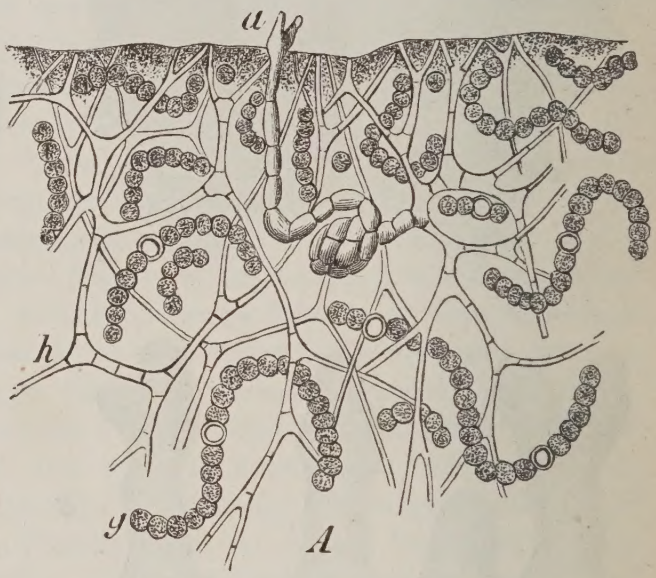


Fig. 104.



liche bis strichförmige (die sogenannten Lirellen der Graphideen oder Schriftflechten). Alle solche Discomycetenfrüchte tragende Flechten werden als nackt- oder scheibenfrüchtige F. bezeichnet (Discolichenes, Lichenes gymnocarpi, L. discocarpi).

464. Nur in wenigen Fällen entstehen die Fruchtkörper oberflächlich

---

Fig. 103. Cetraria islandica. Querschnitt durch den Rand des Thallus mit Spermogonium (*sp*) im Längsschnitte. *s* Spermatien. Sehr stark vergrössert und schematisirt.

Fig. 104. Querschnitt aus dem Thallus von Collema microphyllum; *a* die über die Thallusoberfläche vorragende (in dem gezeichneten Falle verzweigte) Endzelle der Trichogyne; *g* Algen; *h* Hyphen (Vergr. 350). B Junges Archicarp von Collema pulposum (Vergr. 750). C Trichogynspitze von Collema microphyllum mit Spermatien (Vergr. 750). D Trichogynspitze derselben Art mit einem Spermatium, welches bereits mit derselben copulirt hat (Vergr. 750). Nach Stahl. Die horizontalen Striche in C und D deuten die Thallusoberfläche an.

(Coenogonium, Sphyridium; § 467). In der Regel erfolgt die Anlage der Frucht (und oft sehr tief) im Inneren des Thallus; an ihrem Aufbau betheiligen sich nur die Hyphen, nicht die Algen, selbst da nicht, wo letztere später im Fruchtkörper angetroffen werden (§ 460). Bei verschiedenen Gallertflechten (Collema, Synechoblastus, Leptogium, Physma), ferner bei einzelnen heteromeren Flechten (Parmelia, Endocarpon) ist die Fruchtanlage auf einen Befruchtungsprocess, demjenigen der Rothalgen ähnlich (§ 407), zurückgeführt worden, der hier an Collema microphyllum (Fig. 104, 105) erläutert werden soll. In dem Thallus dieser an alten Weiden und Pappeln wachsenden, reich fructificirenden Flechte findet man auf senkrechten Durchschnitten als weibliche Organe Archicarpien, welche als ziemlich starke, gleichmässig dicke Aeste von gewöhnlichen Hyphen entspringen (Fig. 104 *B*). Ihr unterer, aus etwa 12 Zellen gebildeter, $2^1/_2$—3 Spiralwindungen zeigender Theil ist

Fig. 105.

das Ascogon, als dessen unmittelbare Fortsetzung das gleichfalls durchschnittlich zwölfzellige Hyphenende, die Trichogyne, bald senkrecht, bald wellig oder im Bogen bis an die Thallusoberfläche wächst und mit der cylindrischen oder an der Austrittsstelle angeschwollenen (Fig. 104 *C*, *D*), bisweilen auch gegabelten Endzelle (Fig. 104 *A*, *a*) nach aussen ragt.

465. Auf dem gleichen Thallus, manchmal aber auch auf anderen Lagern, kommen die schon unter der Lupe als lichte, röthliche Punkte erkennbaren Spermogonien vor. Diese bei fast allen Flechten beobachteten Organe

Fig. 105. Junges Apothecium von Collema microphyllum. Zu äusserst wird dasselbe von dem aus Hyphen (*h*) und der Flechtenalge (*g*) zusammengesetzten Excipulum thallodes (*a*) umgeben, welches das aus pseudoparenchymatischem Hyphengewebe bestehende Excipulum proprium (*b*) umfasst; letzteres geht in das das Apothecium nach unten abschliessende mehrschichtige Hypothecium (*c*) über, und über diesem sieht man die aus unregelmässigen Zellen bestehenden dicken Schlauchhyphen verlaufen, von denen drei junge Schläuche entspringen. Die dicht gedrängten, gegliederten, das ganze Apothecium erfüllenden Fäden sind die Paraphysen. Vergr. 530. Nach Stahl.

sind denen der Schlauchpilze gleich (§ 450): kleine, dem Thallus eingesenkte, nur mit der papillenartigen Mündung vorragende Behälter, welche in ihrem Inneren auf dicht stehenden Basidien zahllose kleine, zartwandige Spermatien abschnüren. Letztere liegen in Gallerte eingebettet, treten bei nasser Witterung in Folge von Wasseraufnahme aus (vgl. Fig. 103, *sp*) und copuliren mit der Endzelle der Trichogyne wie bei den Rhodophyceen (Fig. 104 *C*, *D* — vgl. § 407). Nach der Copulation verschrumpft die Endzelle der Trichogyne, die Querwände der letzteren werden verdickt, der Zellinhalt gebräunt: Veränderungen, die von aussen nach innen fortschreitend stattfinden. Darauf wird das Ascogon von einem Hyphenknäuel umsponnen, an dessen Bildung nur die dem Ascogon benachbarten Thallushyphen betheiligt sind. In dieses Hyphengeflecht werden anfänglich auch einzelne Nostocschnüre eingeschlossen, die indessen bald verkümmern und absterben. Die ersten Veränderungen des Ascogons bestehen in einer Grössenzunahme und Quertheilung seiner Zellen. Gleichzeitig wachsen aus dem dichter werdenden Knäuel der sterilen Thallushyphen die ersten Paraphysen gegen die Thallusoberfläche hervor; ihre Zahl vermehrt sich durch Einschiebung neuer Sprosse, so dass bald ein zur Thallusoberfläche senkrechtes System parallel verlaufender, quergegliederter Hyphen als Anlage des Hymeniums entsteht (Fig. 105).

466. Mit der Umfangszunahme des jungen Apotheciums hält das Ascogon durch intercalares Wachsthum und Vermehrung seiner Zellen gleichen Schritt. Seine Spiralwindungen rücken weiter auseinander, zwischen sie schieben sich sterile Hyphen, beiderlei Hyphensysteme bleiben aber strenge von einander gesondert. Während dann die Paraphysen die charakteristische Vergallertung ihrer Zellmembranen zeigen, bildet sich am Umfange des Hymeniums eine pseudoparenchymatische Hülle aus sterilen Hyphen (Fig. 105 *b*): das der Wand der Perithecien entsprechende Excipulum (Excipulum proprium), welches beim Vortreten des wachsenden Apotheciums an die Thallusoberfläche noch von dem durchbrochenen Thallusrande als von einer zweiten (äusseren) Hülle (Excipulum thallodes, Fig. 105 *a*) umgeben wird, die sehr verschieden stark entwickelt ist, bei vielen Flechten ganz fehlt. Der den Boden des Apotheciums bildende Theil des Excipulums wird gewöhnlich als Hypothecium unterschieden. Zwischen ihm und dem vorzugsweise aus Paraphysen bestehenden jungen Hymenium liegt die vorwiegend aus den ascogenen Hyphen gebildete Subhymenialschicht. Ihre durch Querwände gegliederten Schlauchhyphen zeigen geschlängelten Verlauf und sehr ungleiche Weite der Zellen (Fig. 105, die hell gelassenen Zellenfäden), deren Inhalt das gleiche homogene, höchstens feinkörnige Protoplasma ist, welches das Ascogon besass, aus dem die Schlauchhyphen hervorgingen. Die charakteristische Blaufärbung der letzteren mit Jod tritt erst mit Bildung der Sporenschläuche auf. Diese entstehen als Auszweigungen der ascogenen Hyphen, denen sie fast unmittelbar aufsitzen oder mit denen sie durch einen Stiel in Verbindung stehen (Fig. 105). Unter der Querwand, welche den einzelnen Ascus von seinem Mutteraste abgrenzt, können von letzterem Seitenzweige entspringen, deren Enden wieder zu Schläuchen werden. Die Asci und folglich die Sporen sind demnach Producte des weiter entwickelten Ascogons.

Die übrigen Bestandtheile des Apotheciums verdanken ihre Entstehung einem Vegetationsprocesse, welcher an den dem Ascogon zunächst gelegenen sterilen Thallushyphen stattfindet.

467. Andere Flechten zeigen Collema und verwandten Gattungen gegenüber Abweichungen in der Entwickelung der Fruchtkörper. Die gleichfalls zu den Gallertflechten gehörende Gattung Physma ist zwitterig: Spermatien und die hier für jeden Fruchtkörper in Mehrzahl vorhandenen Archicarpien gehen aus gemeinschaftlichen Hyphencomplexen hervor; die Ascogone liegen im Spermogoniumgrunde eingeschlossen, ihre Trichogynen brechen aus demselben nach aussen hervor, erreichen die Thallusoberfläche in der Nähe der Spermogoniummündung, und die nach der Befruchtung entstehenden Paraphysen und Sporenschläuche wachsen in die Höhlung des Spermogoniums hinein, dessen Wandung das hier überflüssige Excipulum vertritt. Bei Sphyridium ist das Apothecium exogenen Ursprunges, indem durch Aussprossung des Thallus zunächst kleine keulenförmige, aus völlig homogenem Gewebe gebildete Körper entstehen und erst auf weit vorgerücktem Entwickelungstadium auf dem Scheitel derselben die Bildung einer Paraphysenschicht eintritt. Nach dieser entstehen im Inneren des Apotheciums die Schläuche als die Endzellen dickerer Schlauchhyphen, die jedoch ihrerseits nur die Enden gewöhnlicher Hyphen sind, in die sie abwärts allmählich übergehen. Ein Sexualact ist hier also wahrscheinlich ausgeschlossen. Bei Phialopsis wird der zuerst vollständig angiocarpe Fruchtkörper später durch secundäre Vorgänge gymnocarp. Phlyctis agelaea lässt während des Absterbens der entleerten Sporenschläuche die Paraphysen aussprossen und wieder an der Bildung des Thallus theilnehmen. Andere Flechtenapothecien besitzen die Fähigkeit, an jedem beliebigen Punkte durch Auswachsen der Hyphen Apothecialsprosse höherer Ordnung und in diesen gewöhnlich neue Apothecien hervorzubringen, so dass korallenstockartige Colonien von Apothecien zu Stande kommen (Cladonia, Papillaria, Pertusaria, Phlyctis).

468. Das kurze Ergebniss aller Untersuchungen ist also das folgende: Die Flechten sind parasitische Pilze, welche mit ihren Hyphen gewisse Algen von allen Seiten umwachsen und in ihren Thallus einschliessen. Die Algen als chlorophyllhaltige, assimilirende Organismen liefern dem Thallus die zur Ernährung nöthigen kohlenstoffhaltigen Verbindungen und empfangen dafür von Seiten des Flechtenpilzes einen Theil des von letzterem aufgenommenen Wassers sammt darin gelösten Nährstoffen. Die in den Flechtenthallus eintretenden Algen sind:

1. Chlorophyceen, und zwar
   - *a.* Palmellaceen oder Protococcaceen (in erster Linie die Gattungen Cystococcus und Pleurococcus): bei den meisten Strauch-, Laub- und Krustenflechten;
   - *b.* Cladophoraceen: Cladophora bei Coenogonium; Chroolepus bei Roccella, den Graphideen und Verrucarieen.
2. Cyanophyceen, und zwar
   - *c.* Chroococcaceen (besonders Gloeocapsa): bei Gallertflechten mit kugeligen Algengruppen, z. B. Omphalaria, Synalissa, Psorotichia;
   - *d.* Nostocaceen: bei Gallertflechten mit perlschnurförmigen Algenketten, z. B. Collema, Leptogium, Lempholemma, Synechoblastus;
   - *e.* Rivulariaceen: bei Lichina;
   - *f.* Sirosiphoneen: mit Sirosiphon bei Ephebe und Spilonema, mit Scytonema bei Ephebella und Arten von Pannaria und Heppia.

Der Regel nach befallen schon die Keimschläuche der Sporen die betreffenden Algen, ohne welche sie zu Grunde gehen; nur wenige Flechten (Arthonia vulgaris, Graphis scripta)

sind in ihren ersten Lebensstadien Saprophyten mit unterrindigem Thallus (§ 459), die aber später Algen in letzteren einschliessen und erst dadurch zur Erzeugung von Apothecien befähigt werden.

469. Die langsam wachsenden Flechten leben meist gesellig auf Baumrinden, Steinen, an Felsen oder auf der Erde. Im hohen Norden überziehen sie oft grosse Strecken mit gleichmässigem Rasen (Lichenentundren aus Cetraria-, Cladonia-, Stereocaulon- und Cornicularia-Arten). Manche Arten sind über die ganze Erde verbreitet (Lecidea geographica, Lecanora subfusca, Cladonia rangiferina, Usnea barbata u. s. w.). Im Norden werden viele Flechten als Nahrungsmittel und Viehfutter benutzt (Cladonia rangiferina, die Rennthierflechte). Officinell ist Cetraria islandica Ach. (Lichen islandicus, isländisches Moos; Bestandtheile: Bassorin, Cetrarin, Lichesterinsäure). Physcia parietina Fr. (Lichen parietinus, Wandflechte — Bestandtheile: Chrysophansäure, Vulpinsäure) und Sticta pulmonacea Ach. (Lichen pulmonarius, Lungenmoos — Stictinsäure) sind obsolet. Roccella tinctoria liefert Lackmus und Orseille; ebenso werden von anderen Arten (Ochrolechia tartarea, Weinsteinflechte; O. parella, Parelleflechte) Farbstoffe gewonnen. Lecanora esculenta (in den Steppen Asiens) war vielleicht die Manna der Israeliten.

470. Die Flechten lassen sich eintheilen in:

I. **Ascolichenes** (Schlauchflechten). Sporenbildung in Schläuchen (§ 113).
   A. Thallus nicht gallertartig, homöomer, algenartig-strauchig, d. h. von Hyphen überzogene Fadenalgen darstellend: **Lichenes byssacei.** Familie: Byssacei (Ephebe, Coenogonium).
   B. Thallus gallertartig, homöomer, meistens laubartig, selten strauchartig: **Lichenes gelatinosi** (Collemaceae).
      a. Angiocarpe Formen (Pyrenomyceten). Familien: Lichinaceae (Lichina), Obryzeae (Obryzum), Porocypheae (Porocyphus).
      b. Gymnocarpe Formen (Discomyceten). Familien: Psorotichieae (Psorotichia), Omphalarieae (Synalissa), Collemaceae (Collema), Leptogieae (Leptogium, Mallotium).
   C. Thallus nicht gallertartig, heteromer, selten homöomer (bei den hypophlöodischen Graphideen und einigen Verrucarieen).
      a. Angiocarpe Formen (Pyrenomyceten): **Lichenes angiocarpi.**
         1. Thallus krustig: Pertusarieae (Pertusaria), Verrucarieae (Verrucaria).
         2. Thallus laubartig: Endocarpeae (Endocarpon).
         3. Thallus strauchig: Sphaerophoreae (Sphaerophoron).
      b. Gymnocarpe Formen (Discomyceten): **Lichenes gymnocarpi.**
         1. Apothecien meist länglich, gebogen strichförmig oder fast sternförmig. Thallus krustenförmig, homöomer, meistens hypophlöodisch: Graphideae (Schriftflechten — Graphis, Opegrapha — an Baumstämmen).
         2. Apothecien schüssel-, schild- oder kopfförmig. Thallus heteromer.
            × Thallus krustenförmig: Calycieae (kleine pilzartige Flechten — Calycium, Coniocybe), Baeomyceae (Baeomyces), Lecideae (Psora, Thalloidima, Lecidea, Biatora), Lecanoreae (Urceolaria, Aspicilia, Lecanora, Ochrolechia, Pannaria, Psoroma).
            ×× Thallus laubartig: Umbilicarieae (Umbilicaria, Gyrophora), Parmeliaceae (Sticta, Parmelia, Physcia), Peltideaceae (Peltigera).
      c. Thallus strauchartig: Ramalineae (Cetraria, Ramalina, Evernia), Usneaceae (Usnea, Cornicularia, Bryopogon), Roccelleae (Roccella), Cladoniaceae (Cladonia, Stereocaulon).

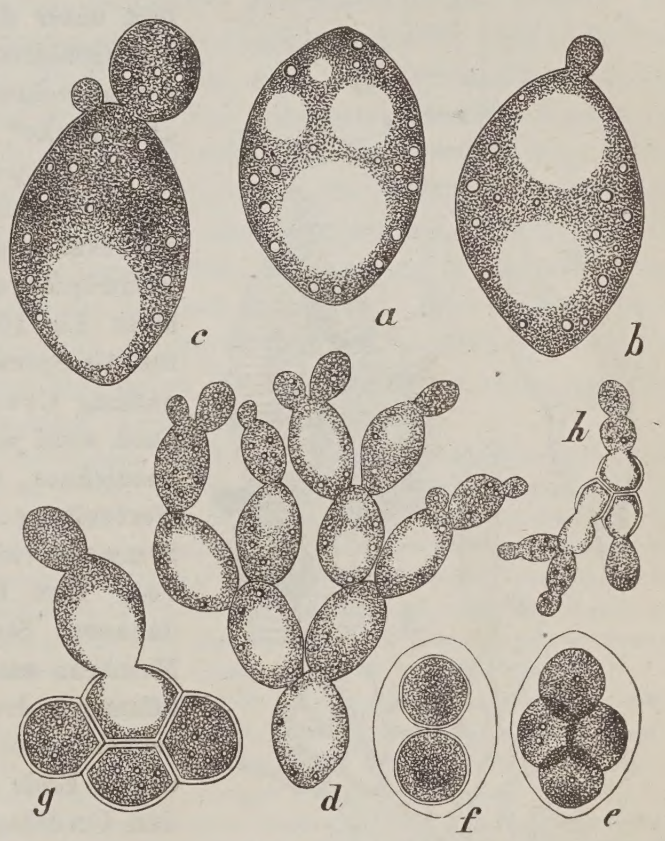
II. **Basidiolichenes** (Hymenolichenes, Basidienflechten). Sporenbildung auf Basidien (§ 477). Nur wenige tropische, rindenbewohnende Gattungen mit krustenförmigem Thallus: Cora, Rhipidonema, Laudatea.

---

471. Bald als **zweifelhafte Ascomyceten** aus der Verwandtschaft der Gymnoasci (§ 442), bald als eigene Gruppe der **Blastomycetes** (Sprosspilze) wird die Familie der Saccharomycetes (Hefepilze) betrachtet: Ei- oder spindelförmige, mit zarter Membran und von Vacuolen und Fetttröpfchen durchsetztem Plasma versehene Zellen ohne Zellkern, welche sich durch

Sprossung (§ 115, Fig. 106) vermehren und Sprosscolonien bilden, wenn die wiederholt sprossenden Tochterzellen noch eine Zeit lang mit den Mutterzellen in Verbindung bleiben. Bei Cultur auf festem Substrat (Kartoffel- und Rübenscheiben, Objectträgern) und bei Gegenwart von Wasser und Sauerstoff, aber völlig oder fast ganz unterdrückter Nahrungszufuhr findet eine zweite Art der Fortpflanzung dadurch statt, dass sich simultan 2—4 rundliche, in der Mutterzelle liegen bleibende Sporen bilden, welche sich mit derberer Membran umgeben, längere Zeit lebensfähig bleiben als die Sprosszellen und durch Sprossung wieder neue Generationen erzeugen. Da bei dieser Zellbildung eine wandständige Plasmaschicht der Mutterzelle zunächst erhalten bleibt, gleicht dieselbe der Entstehung der Schlauchsporen bei den Schlauchpilzen (§ 113) und es werden daher die Sporen auch wohl als Schlauchsporen, ihre Mutterzellen als aus den ganzen Sprosszellen hervorgegangene Asci betrachtet.

Fig. 106.



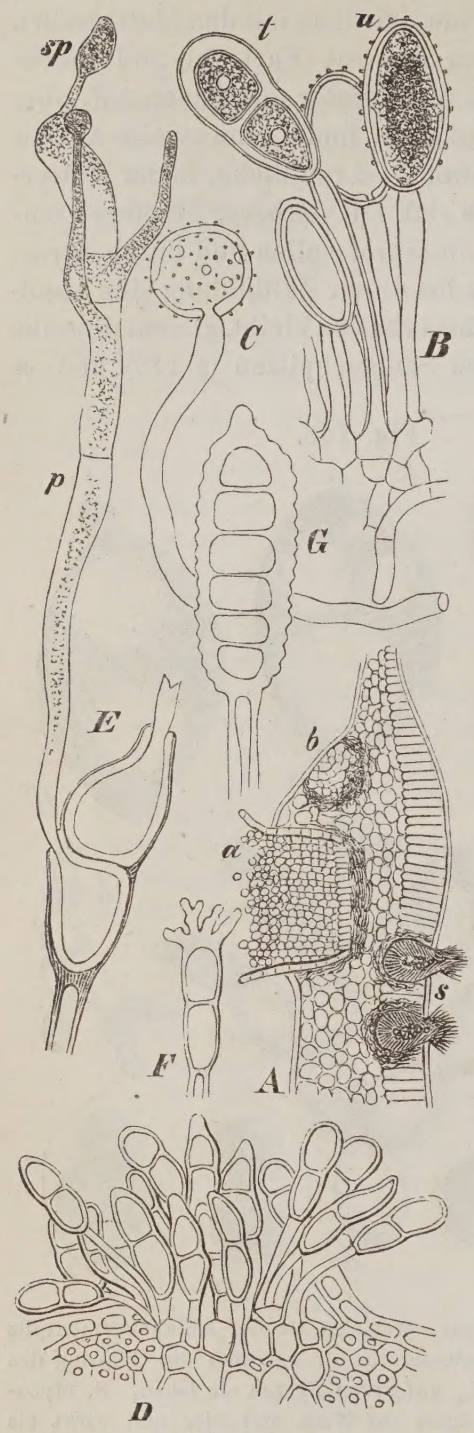
Die meisten Arten der Gattung Saccharomyces erregen in zuckerhaltigen Flüssigkeiten Gährung, indem sie durch ihre intramoleculare Athmung (§ 239) den Zucker in Alkohol und Kohlensäure spalten. Die Gährung tritt in voller Stärke erst mit dem Aufhören des Wachsthums der Hefe ein, und während derselben erhält letztere allmählich ein eigenthümliches Aussehen, indem die Membran der Hefezellen dicker wird, die Vacuolen und Körnchen im Inhalte verschwinden und dieser starke Lichtbrechung zeigt. Die Hefe gährt sich dabei langsam zu Tode, wenn der Zuckergehalt ihrer Nährflüssigkeit weiter reicht, als ihre Lebenskraft. Im anderen Falle vermag sie in frischer Nährflüssigkeit, in der sie sich zunächst wieder lebhaft vermehrt, neue Gährung zu erregen. — Saccharomyces cerevisiae ist der Alkoholfermentpilz der Bier und Branntweinhefe. S. ellipsoideus, conglomeratus u. a. rufen die Gährung des Mostes hervor, in den sie mit den Trauben gelangen, auf deren Beeren sie leben. S. Mycoderma (Mycoderma vini) bildet die sogenannte Kahmhaut auf Wein und Bier und wirkt als Verwesungspilz, der Sauerstoff auf sein Substrat überträgt und das Verderben desselben herbeiführt.

11. Ordnung. Aecidiomycetes. (Uredineae.)

472. Die Aecidiomyceten oder Rostpilze sind Parasiten, deren Myce-

Fig. 106. Saccharomyces cerevisiae Meyen. *a* Einzelne Bierhefezelle, *b* solche im Anfange der Sprossung, *c* dieselbe mit einer zweiten Sprosszelle, *d* Sprosscolonie. *e* Hefezelle mit vier noch membranlosen, *f* solche mit zwei reifen Sporen. *g* und *h* Sprossende Sporengruppen. *e*—*h* Nach Reess. *h* 750 fach vergr., die übrigen Fig. weit stärker.

Fig. 107.



lium innerhalb der Nährpflanzen vegetirt und diese dadurch mehr oder weniger im Wachsthum beeinträchtigt. Der eigenthümliche Entwickelungsgang der höchstentwickelten Formen kann durch einen oft sehr verderblich auftretenden Rost unserer Getreidegräser, durch Puccinia graminis veranschaulicht werden, welche zu den heteröcischen Aecidiomyceten gehört, d. h. zur vollständigen Entwickelung zweier verschiedener Nährpflanzen bedarf. Das in Halmen wie Blättern wuchernde Mycelium derselben legt unter der Epidermis ganze Lager von Gonidien an, welche die Oberhaut durchbrechen und so die bekannten „Rostflecke“ erzeugen. Die wohl auch als Stylosporen bezeichneten Gonidien stehen einzeln am Ende ihrer Basidien, sind oval, einzellig, feinwarzig und durch Fetttröpfchen ihres Plasmas roth gefärbt (Fig. 107 *B*, *u*). Sie wurden früher für die Sporen einer selbständigen Pilzgattung Uredo gehalten, werden daher auch wohl jetzt noch als Uredosporen bezeichnet, oder weil sie die ergiebige Verbreitung des Pilzes während des Sommers vermitteln, als Sommersporen. Ihre Keimschläuche treten durch dünnere Stellen (Keimporen) der Membran aus, dringen durch die Spaltöffnungen der Nährpflanzen ein und erzeugen neues Mycelium mit Uredosporen. Gegen Ende des Sommers entstehen in den Uredolagern jedoch allmählich für die Ueberwinterung bestimmte, derb- und braunwandige Gonidien, die sogenannten Teleutosporen oder Wintersporen, welche zu zweien über einander gestielte

Fig. 107. A Stück eines Querschnittes vom Blatte der Berberitze mit Aecidium (*a*, *b*) und Spermogonien (*s*), schwach vergrössert und etwas schematisirt. B Sommer- (*u*), und Wintersporen (*t*); Vergr. 390. C Keimende Sommerspore (Vergr. 390). D Wintersporen auf einem Querschnitte des Queckenblattes (Vergr. 190). E Keimende Winterspore: *p* Promycelium, *sp* Sporidie (Vergr. ca. 400). A, B, D und E von Puccinia graminis, C von P. straminis. — F Winterspore von P. coronata (Vergr. 300). — G Winterspore von Phragmidium incrassatum (Vergr. 300). B—D Nach De Bary, E nach Tulasne.

Körper wie in Fig. 107 *B*, *t* bilden und früher als selbständige Gattung (Puccinia) betrachtet wurden.

473. Die Teleutosporen keimen erst im Frühlinge, indem ihr Endospor zu einem kurzen, zarten Promycelium (Fig. 107 *E*, *p*) auswächst, welches an seinem Ende 3—4 Zellen abgliedert und aus jeder derselben auf der Spitze eines Sterigmas eine „Sporidie“ erzeugt (Fig. 107 *E*, *sp*). Die Keimschläuche dieser Sporidien vermögen nicht, sich auf einer Getreidepflanze weiter zu entwickeln. Gelangen die Sporidien jedoch auf die grünen Organe der Berberitzen (Berberis vulgaris), so durchbohren ihre Keimschläuche hier direct die Epidermiszellen und erzeugen ein Mycelium, auf welchem nach einiger Zeit Spermogonien und etwas später auch Sporenfrüchte oder Aecidien auftreten. Beiderlei Organe werden unter der Epidermis der Nährpflanze angelegt und brechen später erst hervor. Die Spermogonien (Fig. 107 *A*, *s*) gleichen im Wesentlichen denjenigen der Schlauchpilze (§ 450). Die Aecidien, früher als eigene Gattung (Aecidium) beschrieben, sind becherförmige Behälter, deren Wand (Peridie) von einer Lage sechsseitiger Zellen gebildet wird und die im Grunde auf dicht gedrängten Basidien Ketten von Sporen abschnüren (Fig. 107 *A*). Durch diese Art der Sporenbildung unterscheiden sich die Aecidien von den Fruchtkörpern der Schlauchpilze (namentlich denjenigen der Flechten), denen sie sonst entsprechen. Möglicherweise sind sie das Product eines Geschlechtsactes, auf welchen die Spermogonien hindeuten. Auch die Aecidiosporen besitzen Keimporen. Ihre Keimschläuche aber dringen nicht in das Gewebe der Berberitze ein, sondern gedeihen nur auf Gräsern weiter, in denen sie, durch die Spaltöffnungen eintretend, das Mycelium der Gonidiengeneration (Uredo) entwickeln.

474. Einen gleichen Entwickelungsgang zeigen die beiden anderen gemeinen Getreideroste: P. straminis und P. coronata (§ 476). Andere Puccinien sind autöcisch, d. h. beschränken sich auf nur eine Nährpflanze. Unter ihnen stimmt P. Compositarum mit den vorigen Arten überein, P. suaveolens dagegen entwickelt keine Aecidien und P. Anemones keine Stylosporen. Von P. Malvacearum sind nur Teleutosporen bekannt, und ebenso besitzt die in Fichtennadeln schmarotzende Chrysomyxa Abietis nur zu vielzelligen Ketten angeordnete Teleutosporen, die schon innerhalb der Lager keimen. Die durch einzeln auftretende Teleutosporen von Puccinia verschiedene Gattung Uromyces enthält heteröcische (z. B. U. Pisi) und autöcische (U. Betae) Formen. Gymnosporangium ist heteröcisch, besitzt aber keine Stylosporen, dagegen ausser Spermogonien und Aecidien in Gallertlagern eingeschlossene Teleutosporen von der Form der Puccinien. Endophyllum entwickelt nur Aecidienfrüchte, deren Sporen sich bei der Keimung wie die Teleutosporen der übrigen Rostpilze verhalten, d. h. ein Promycelium mit Sporidien erzeugen, aus deren Mycelium abermals sofort Aecidien hervorgehen. Die Rostpilze zeigen somit mancherlei Wechsel im Auftreten der verschiedenartigen Fortpflanzungszellen. Bezüglich ihrer Aecidien dürfen wir wohl annehmen, dass diese den Arten, denen sie fehlen, im Laufe der Entwickelung verloren gegangen sind, während die Gonidien erhalten blieben.

475. Die wichtigsten Gattungen der Rostpilze sind sammt ihren Nebenformen in folgender Tabelle zusammengestellt.

I. Sporen nicht unter einander verwachsen, in staubigen Lagern oder doch leicht einzeln ablösbar.

A. Abgefallene Sporen oder Sporengruppen an der Basis mit einem Reste des farblosen Stieles, selten einzellig, meist zwei- bis mehrzellig, meist dunkelbraun gefärbt.

1. Teleutosporen einzeln: Uromyces.
2. Teleutosporen zu zwei über einander stehend und:
   a, nicht in Gallerte eingebettet: Puccinia.
   b, in Gallerte eingebettet: Gymnosporangium.

3. Teleutosporen zu 3 in der Mitte zusammenstossend: Triphragmium.
4. Teleutosporen zu mehr als 2 in einer Reihe über einander stehend (Fig. 107 G): Phragmidium.

B. Abgefallene Sporen ohne Stiel, einzeln, gelb, roth oder braun, meist stachelig oder warzig.
1. Sporenlager von einer Hülle (Peridie) umgeben. Sporen auf den Basidien kettenförmig abgeschnürt.
a. Peridie becherförmig, meist mit gezähntem Rande: Aecidium.
b. Peridie halbkugelig, auf dem Scheitel mit runder Oeffnung: Endophyllum.
c. Peridie mützen- oder flaschenförmig, durch Auseinanderweichen der Zellenreihen der Länge nach gitterförmig gespalten, aber mit ganzem Scheitel, oder an der Spitze pinselförmig: Roestelia (Aecidien zu Gymnosporangium).
d. Peridie blasenförmig, unregelmässig zerreissend: Peridermium.
2. Sporenlager ohne Peridie, von Spermogonien begleitet. Sporen kettenförmig abgeschnürt: Caeoma.
3. Sporenlager ohne Peridie. Sporen einzeln auf den Basidien, selten kettenförmig abgeschnürt, aber dann die Sporenlager nicht von Spermogonien begleitet: Uredo (Sommersporen verschiedener Rostpilze).

II. Sporen unter einander und mit dem Substrate zu einem flachen, krustenförmigen Lager verwachsen.
1. Sporen einzeln. — Sporenlager unter der Epidermis (intercellular): Melampsora.
2. Sporen zu Ketten aneinander gereiht. — Sporenlager intercellular.
a. Sporenlager roth. Sporen keulenförmig: Coleosporium (vergl. § 476 unter Peridermium).
b. Sporenlager orangegelb. Sporen fadenförmig: Chrysomyxa.

III. Sporen aufrecht zu einem säulenförmigen Körper verwachsen: Cronartium.

476. Wichtigere Arten sind: **Puccinia.** 1 Heteröcische Formen: P. graminis Pers. Teleutosporenlager die Epidermis durchbrechend, Teleutosporen ohne Anhängsel, Aecidium auf Berberis. — P. straminis Fuck. Teleutosporenlager von der Epidermis bedeckt bleibend, Teleutosporen ohne Anhängsel, Aecidium auf Boragineen. — P. coronata Cd. Teleutosporen auf der Spitze mit Krönchen (Fig. 107 F), von der Epidermis bedeckt, Aecidium auf Rhamnus. Alle drei bilden die häufigsten Grasrostformen und sind auf Getreide oft sehr schädlich. — P. sessilis auf Phalaris arundinacea, Aecidium auf Allium ursinum. — P. Caricis auf Carex, Aecidium auf Urtica. — 2. Autöcische Formen: P. discoidearum Lk. vorzüglich auf Arten von Artemisia, Tanacetum etc.; die in Südrussland auf Sonnenrosen verheerend auftretende P. Helianthi Schw. ist nur eine Form dieser Art. — P. Asparagi auf Spargel. — P. Dianthi Tul. ist dadurch eigenthümlich, dass ihre Teleutosporen sofort keimen, ihre Sporidien-Keimschläuche durch die Spaltöffnungen eindringen und wieder unmittelbar Teleutosporenlager erzeugen. P. Malvacearum verhält sich ähnlich, durchbohrt aber mit den Keimschläuchen die Epidermis. — **Uromyces.** U. Betae Tul. (autöcisch) auf Runkelrüben. — U. appendiculatus Lev. auf Luzerne, Saubohnen, Erbsen. — U. Phaseolorum Tul. auf Bohnen. — U. apiculatus Lev. auf Klee. Alle mehr oder minder schädlich. — **Triphragmium.** T. Ulmariae auf Spiraea Ulmaria. — **Phragmidium.** P. incrassatum auf Rosen. — **Chrysomyxa.** Ch. Abietis erzeugt den schädlichen Fichtennadelrost. Die Teleutosporen keimen sofort in den Fruchtlagern. — **Gymnosporangium.** G. fuscum DC. entwickelt die Uredo- und Teleutosporen auf den Zweigen von Juniperus Sabina, die Spermogonien und Aecidien auf Birnenblättern. Die Peridie der Aecidien ist mützenförmig, bis 3 Millim. lang, an den Seiten gitterartig zerschlitzt. Die Gallerte der Teleutosporenlager rührt von den quellenden Stielen der Wintersporen her. — G. clavariaeforme Oerst. Die Teleutosporen etc. auf Juniperus communis, die Aecidien auf Apfel, Weissdorn und Mispel. — **Melampsora.** M. salicina auf Weiden, M. populina und Tremulae auf Pappeln. M. Lini auf Linum catharticum; manchmal auch auf Flachs (L. usitatissimum) schädlich. — **Cronartium** asclepiadeum an Vincetoxicum officinale. — **Endophyllum:** die Aecidiumsporen entwickeln sofort Promycelium mit Sporidien. E. Sempervivi auf Sempervivum tectorum. — **Peridermium** Pini, Kiefernblasenrost, schädlich auf Kiefern (soll als Aecidium zu Coleosporium Senecionis — Uredo — gehören). — **Caeoma** pinitorquum, den Drehrost der Kiefer verursachend.

12. Ordnung. Basidiomycetes.

477. Die Basidiomyceten sind dadurch charakterisirt, dass ihre im gewöhnlichen Leben „Schwämme“ genannten Fruchtkörper, die grössten und

auffälligsten unter den Pilzen, nicht (so weit bekannt) auf geschlechtlichem Wege von dem stets durch Querwände gegliederten, reich verzweigten Mycelium erzeugt werden, sondern dass dieselben durch Sprossung entstandene, aus zahlreichen verflochtenen Hyphen gebildete, mächtige Gonidienträger sind, welche auf bald glatter oder wellig gefalteter oder mit verschiedenartigen charakteristischen Vorsprüngen bedeckter freier Oberfläche, — bald auch in Höhlungen ihres Inneren, die Gonidien in grosser Anzahl abschnüren. Die meist cylindrischen oder keuligen, seltener eiförmigen bis kugeligen Hyphenenden, welche die Gonidien tragen, werden hier speciell als Basi-

Fig. 108.

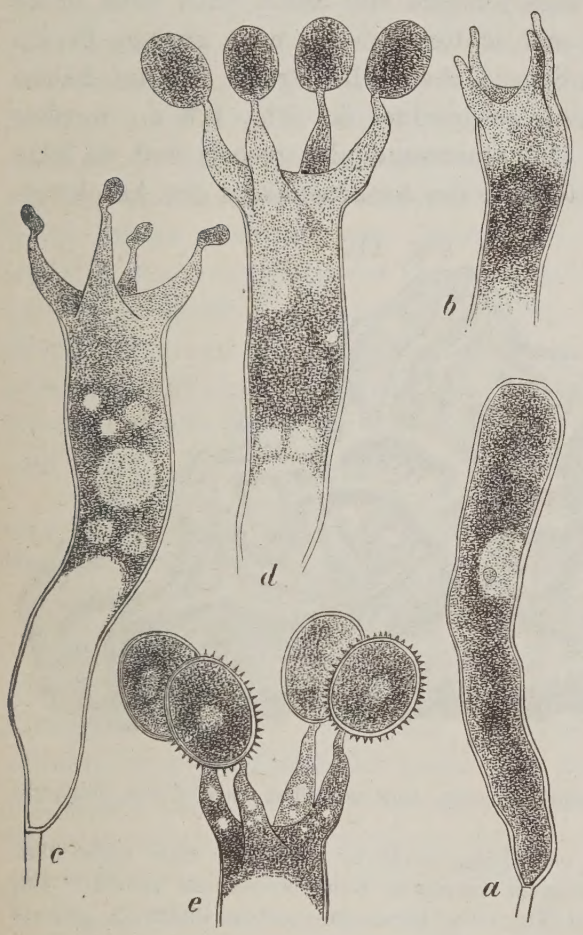
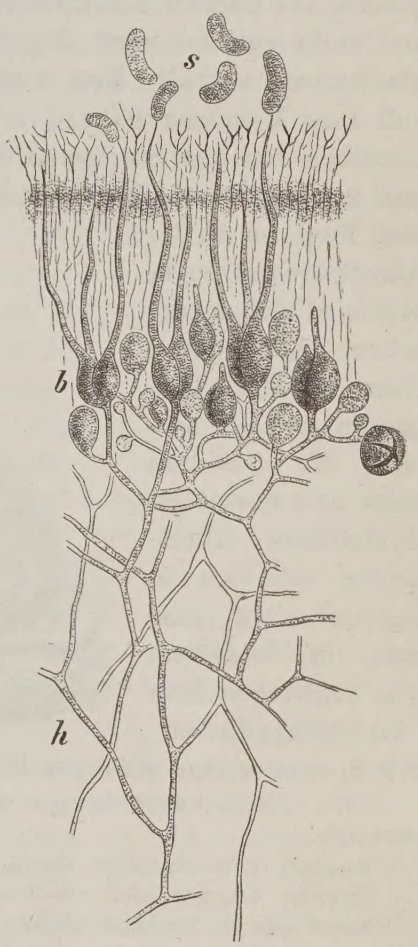


Fig. 109.



dien oder auch wohl als Sporenträger (sporophores) oder Stützschläuche (asci suffultorii), die von ihnen erzeugten Gonidien als Basidiosporen (schlechtweg „Sporen“) bezeichnet. Die Basidien stehen gewöhnlich dicht gedrängt in Hymenien beisammen (Fig. 115 *b*), die ausserdem häufig noch sterile Hyphenenden, sogenannte Pallisaden oder Paraphysen enthalten

---

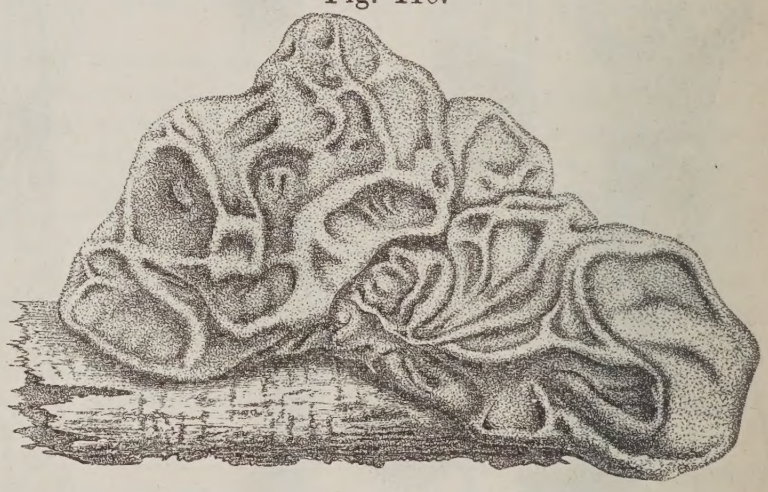
Fig. 108. Corticium amorphum Fr. *a* Eine fast ausgewachsene Basidie, *b* Scheitel einer Basidie, auf welcher die vier Sterigmen gebildet sind. *c* Basidie, deren Sterigmen eben zu den Sporen anschwellen. *d* Aeltere Basidie mit halbreifen, noch nicht durch Querwände abgegrenzten Sporen. *e* Scheitel einer Basidie mit reifen Sporen. Vergr. 390. Nach De Bary.

Fig. 109. Exidia spiculosa Sommerf. Stück des Hymeniums im Längsschnitte, sehr stark vergrössert, nach Tulasne. *s* Sporen, *b* Basidien, *h* Hyphen des Pilzes.

Fig. 115 *p*). Die Zahl der auf jeder Basidie simultan abgeschnürten Sporen ist meist vier, selten weniger, manchmal auch mehr.

478. Die in der Regel zartwandige, feinkörniges Protoplasma und oft auch einen Zellkern führende Basidie der hier als Typus zu betrachtenden Hymenomyceten (Fig. 108 *a*) treibt auf ihrem anfänglich abgerundeten Scheitel zunächst Ausstülpungen, die allmählich die Form pfriemenförmiger Stiele annehmen (Fig. 108 *b*) und Sterigmen heissen. Haben letztere ihre bestimmte Länge erreicht, so schwillt jedes Sterigma an seinem Ende zu einer Blase an (Fig. 108 *c*), welche nach und nach die Form und Grösse der fertigen Spore erhält (Fig. 108 *d*) und in welche in demselben Maasse das Protoplasma der Basidie hineinrückt, so dass letztere von unten nach oben mehr und mehr entleert wird (Fig. 108 *c*) und schliesslich nur noch geringe Protoplasmareste enthält. Erst wenn die Sporen ihre volle Grösse erlangt haben und ihre Membran nahezu vollständig ausgebildet ist (Fig. 108 *e*), werden dieselben von den Sterigmen durch eine Querwand abgegrenzt, und da letztere gewöhnlich ein kurzes Stück unterhalb des Ansatzpunktes der Anschwellung liegt, so ist die reife Spore mit einem kurzen Stielchen versehen. Alle Sporen einer Basidie werden zu gleicher Zeit reif; die Basidien eines und desselben Hymeniums fructificiren indessen so ungleichzeitig, dass man in letzterem alle denkbaren Entwickelungsstadien der Sporen neben einander findet.

Fig. 110.



479. Die 3 Unterordnungen der Basidiomyceten unterscheiden sich durch folgende Merkmale:

I. Basidien (Primärbasidien) durch Quer- oder Längswände in meist 4 in einer Reihe über einander liegende oder wie Kugelquadranten geordnete Secundärbasidien getheilt, von denen jede ein Sterigma mit Spore treibt (Fig. 109). Hymenium auf der Oberfläche gallertartiger, meist hautförmiger Fruchtkörper: **Tremellini.**

II. Basidien ungetheilt bleibend, meist von der Form der Fig. 108.

A. Das Hymenium bekleidet zahlreiche Kammern im Inneren des Fruchtkörpers: **Gastromycetes.**

B. Das Hymenium befindet sich auf der Oberfläche (meist besonders gestalteter Vorsprünge derselben) der Fruchtkörper: **Hymenomycetes.**

1. Unterordnung. Tremellini.

480. Die meist an alten Baumstämmen und auf faulendem Holze vegetirenden Zitter- oder Gallertpilze entwickeln sehr verschieden grosse, oft ansehnliche Fruchtkörper, welche bald polster- bis scheiben- oder napf-

---

Fig. 110. Tremella mesenterica Retz. Pilz in natürl. Gr., auf einem Aststücke sitzend. Nach Tulasne.

förmig (Exidia, Hirneola), bald keulen- oder hutförmig (Guepinia) gestaltet sind oder gekröseartig gewundene und gefaltete Häute darstellen (Tremella). In allen Fällen bestehen die Fruchtkörper aus einer homogenen Gallerte, in welcher die Hyphen verlaufen (Fig. 109 *h*) und die ihrerseits nur ein Product der gequollenen und zusammengeflossenen Aussenschichten der Hyphenmembranen ist. Die ganze freie Oberfläche der Fruchtkörper, oder bei den hutförmigen der obere Theil, bei den scheiben- oder napfförmigen die glatte Oberseite, wird von dem Hymenium eingenommen, dessen Basidien einestheils den Teleutosporen der Aecidiomyceten, anderentheils den Basidien der Hymeno- und Gastromyceten homolog sind. Bei Hirneola erscheinen die Basidien zunächst als lange, plasmareiche, cylindrische Schläuche (Primärbasidien), die sich durch Querwände in 4—5 Zellen (Secundärbasidien) theilen, von denen jede ein die Spore abschnürendes langes Sterigma (wie an dem Promycelium der Teleutosporen von Puccinia, Fig. 107 *E*) treibt. Tremella, Exidia u. a. besitzen dagegen fast kugelige Primärbasidien (Fig. 109 *b*), welche durch Verticalwände in vier quadrantisch gelagerte (manchmal auch nur in 2—3) Zellen zerfallen, von denen jede ein langes Sterigma entwickelt und die sich durch Spaltung der Längswände oft derartig trennen, dass sie Gruppen von 2—4 Basidien gleichen (Fig. 109). Ferner sind die Tremellineen dadurch bemerkenswerth, dass sie auf den jungen Mycelien vielfach noch sogenannte „Stäbchenfructificationen“ erzeugen: einfache Gonidienbildungen, welche auch bei den Hymenomyceten (Fig. 118) beobachtet werden und deren „Stäbchen“ (Gonidien) Mycelien liefern.

Tremella mesenterica: goldgelb, an faulenden Laubholzzweigen. — Hirneola Auriculae Judae: napfförmig, meist ohrmuschelartig verbogen, runzelig, braun, unterseits graufilzig; an Sambucus nigra; früher als Fungus Sambuci officinell. —

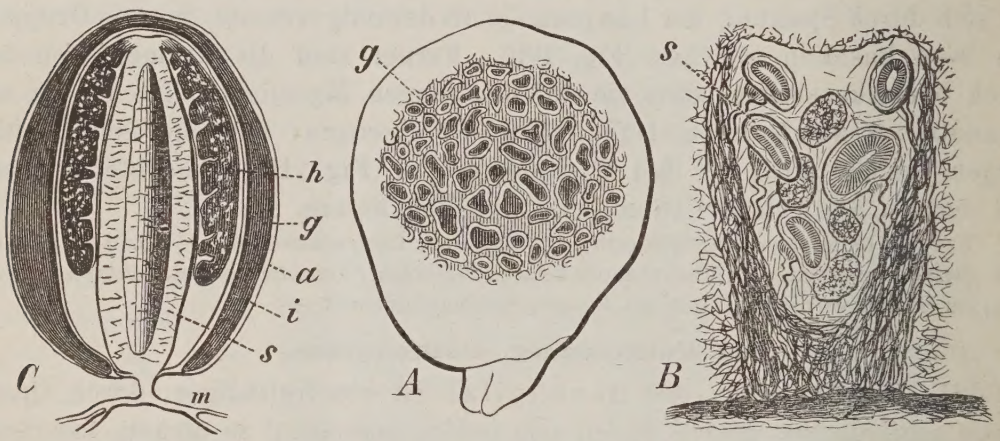
2. Unterordnung. Gastromycetes.

481. Das Mycelium der Bauchpilze ist ein freifädiges, durch Querwände gegliedertes, dessen Fäden sich jedoch manchmal zu dicken, faserigen Strängen vereinigen. Die sehr verschieden gestalteten, meist grossen und ansehnlichen Fruchtkörper tragen das Hymenium stets in Höhlungen (Kammern) des Inneren, deren Wände es auskleidet. Diese gekammerte, fructificirende Gewebemasse wird als Gleba (Fig. 111 A, *g*), die äussere, derbe, meist in verschiedene Schichten differenzirte Rinde als Peridie bezeichnet. In den die Glebakammern trennenden Wänden unterscheidet man eine Mittelschicht als Trama. Sie besteht aus reich verzweigten, vorzugsweise der Wandoberfläche parallel verlaufenden, verhältnissmässig dünnwandigen, plasmareichen Hyphen; zahlreiche, dicht gedrängte Zweige der Tramahyphen wenden sich schliesslich bogenförmig gegen den Innenraum der Kammern, um mit den letzten Aesten als Basidien das Fruchtlager zu bilden, das entweder scharf gegen den leeren Kammerraum abgegrenzt ist, oder letzteren in dichter Verschlingung ganz ausfüllt. Bei manchen Gastromyceten (Lycoperdon, Bovista, Geaster) findet man ausserdem zwischen den mit den Basidien endenden Tramahyphen dickere, derbwandige, meist querwandlose Röhren, welche mit ersteren von denselben Hyphen entspringen, jedoch keine Hymenialbestandtheile tragen. Wenn mit Beginn der Sporenreife die zartwandigen Hyphen und das Hymenium gelöst werden, bleiben diese dickeren, ihre

Membran färbenden Röhren als eine das Sporangium durchsetzende Masse, das Capillitium, zurück. Die Sporen werden durch Oeffnen der Peridie ausgestreut. Die Entwickelungsgeschichte der Bauchpilze von der keimenden Spore an ist nur in wenigen Fällen (Scleroderma, Crucibulum) bekannt. Die wesentlichsten Familien sind folgende.

482. (Fam. 1.) Lycoperdaceï. Die meist ansehnlichen, kugeligen, ei- oder dick keulenförmigen Fruchtkörper besitzen eine doppelte Peridie. Die innere Peridie ist bei den meisten Arten eine papierartige Haut aus derben, fest verflochtenen Hyphen von capillitiumartigem Aussehen, von den Capillitiumfasern aber durch hellere Farbe und geringere Wanddicke verschieden. Die äussere Peridie ist von einem grosszelligen, meist pseudoparenchymatischen Gewebe gebildet, das nach aussen oft in Form von Warzen und Stacheln vorspringt. Bei der Reife löst sich eine innere Schicht der äusseren Peridie in eine schmierige Masse auf, so dass sich die Aussenschicht loslöst und zerfällt; oder die ganze äussere Peridie wird in eine schmierige

Fig. 111.



Substanz umgewandelt. Die reife Peridie umschliesst eine staubig-flockige Masse von Sporen und Capillitiumfasern.

Bovista: Peridie ungestielt, kugelig oder eiförmig, glatt; das Innere des Fruchtkörpers fast durchweg aus der Gleba gebildet. B. plumbea, bis 2 cm im Durchmesser, bleigrau. — Lycoperdon: Peridie dick keulig bis kopfig, im unteren Theile stielartig verschmälert, meist mit Warzen und Stacheln; die Gleba nur den oberen kugeligen Theil des Fruchtkörpers ausfüllend. L. giganteum (Riesenbovist, bis 50 cm im Durchmesser) und caelateum früher als Fungus Chirurgorum officinell.

Die verwandte Familie der **Hymenogastreï** unterscheidet sich durch das Fehlen des Capillitiums, sowie durch die bei der Fruchtreife bleibenden Kammerwände der Gleba. Meist unterirdisch wachsende Pilze von trüffelartigem Aussehen. Hierher Octaviana, Fig. 111 A. — Die **Sclerodermeï** besitzen eine lederige, korkige oder holzige Peridie; ihre Glebawände zerfallen zuletzt vollständig; ein Capillitium ist nur in spärlichen Resten vorhanden. Scleroderma vulgare häufig. — Die **Geastrideï** sind dadurch charakterisirt, dass die äussere Peridie bei der Reife sternförmig in hygroskopische, beim Austrocknen zurückschlagende Lappen zerreisst; die meist dünne, papierartig-häutige innere Peridie öffnet sich gewöhnlich auf dem Scheitel mit Zähnen und umschliesst bei der Reife nur noch Sporen und Capillitium. Geaster.

Fig. 111. A Octaviana asterosperma, halbirt (Vergr. 5); *g* Gleba. — B Crucibulum vulgare, halbirt (Vergr. 4); *s* die Sporangien. — C Phallus impudicus, fast reif, halbirt; in halber Grösse; *a* äussere, *g* mittlere gallertartige, *i* innere Schicht der Peridie; *h* Hut, *s* Strunk, *m* Mycelium.

483. (Fam. 2.) Nidulariaceï. Mycelium schimmelartig. Der Fruchtkörper von Crucibulum vulgare ist walzig-glockig (Fig. 111 B), seine äussere Peridienschicht aus dicht verfilzten, braunen Hyphen gebildet, mit Haaren dicht bedeckt und auf dem Scheitel fehlend. Das innere Gewebe des jungen Fruchtkörpers ist ein farbloses, lockeres Hyphengeflecht, von dem eine äussere Schicht zur inneren Peridie sich umbildet, während im Inneren sich kleine linsenförmige Kammern, sogenannte Peridiolen (Sporangien), differenziren. Diese sind mit der inneren Peridie durch einen gewundenen „Nabelstrang" von parallel verlaufenden Hyphen verbunden; sie bestehen aus einer dichten Hülle verflochtener Hyphen und sind in ihrer Höhlung mit dem Hymenium ausgekleidet. Das zwischen den Sporangien gelegene Gewebe wird nach und nach gallertartig gelöst, die den Scheitel überziehende innere Peridie allmählich während des Wachsthums gedehnt und endlich zerrissen. Der Fruchtkörper stellt nun einen Becher dar, in dem die an den Nabelsträngen befestigten Peridiolen wie kleine Linsen liegen.

Nidularia unterscheidet sich durch sitzende Sporangien. — Die die kleine Familie der Carpoboli bildende Gattung Sphaerobolus hat einen kugeligen Fruchtkörper, aus dem das einzige braune, etwa senfkorngrosse Peridiolum bei der Reife weit fortgeschleudert wird.

484. (Fam. 3.) Phalloideï. Die Peridie des zuerst eiförmigen, von einem bindfadendicken, strangartigen Mycelium entspringenden Fruchtkörpers differenzirt sich in eine dünne innere, eine äussere lederige und eine mittlere dicke Gallertschicht (Fig. 111 C). Die Gleba hat die Gestalt einer Glocke (Fig. 111 C, *h*); sie besteht aus einer inneren derben Schicht, der zahlreiche netzartig verbundene Wände aufgesetzt sind, welche die Gleba in Kammern theilen, in denen die zahlreichen schwarzgrünen Sporen entwickelt werden. Ein innerster Theil des Fruchtkörpers wird zu einem hohlen, schwammigen, stielartigen Träger (Fig. 111 C, *s*), der sich bei der Reife streckt, die Peridie durchbricht und die hutartige Gleba emporträgt, von der dann die Sporenmasse, indem die Hyphen gallertartig zerfliessen, wie ein zäher Schleim abtropft, so dass von der Gleba nur die innere, netzig-runzelige Schicht zurückbleibt. Der Pilz erinnert dann in seiner Form lebhaft an die Morcheln. Phallus impudicus in Wäldern, stark nach Aas riechend.

Die verwandte Gattung Clathrus besitzt eine kugelige, gitterförmig durchbrochene, meist feuerrothe innere Peridie; C. cancellatus in Südeuropa.

3. Unterordnung. Hymenomycetes.

485. Die zur Unterordnung der Hymenomycetes — der umfangreichsten der Basidiomyceten — gehörenden Pilze vegetiren mit ihrem Mycelium vorzugsweise in humusreichem Boden oder in faulendem Holze; seltener sind sie Parasiten, wie z. B. der Hallimasch (Agaricus melleus; § 504). Das Mycelium ist in zahlreichen Fällen, namentlich bei kleineren Formen, ein freifädiges, mit centrifugaler Ausbreitung seiner zahlreichen, Spitzenwachsthum zeigenden Aeste. Wo letztere dicht neben und über einander fortwachsen, tritt häufig Verschmelzung derselben ein (§ 413). Ferner entsteht nicht selten neben einer Querwand ein kurzes Aestchen, das im Bogen über die Querwand wegwachsend mit der Nachbarzelle der Hyphe copulirt; oder zwei kurze hakenförmige, je rechts und links neben einer Hyphenquerwand auftretende Aestchen verschmelzen zu einer solchen bügelartigen Verbindung. Bei vielen Hymenomyceten verfilzen sich die unregelmässig durch und über

einander wachsenden Mycelzweige zu festeren, oft derbere lederartige oder selbst holzige Consistenz und bisweilen beträchtliche Ausdehnung zeigenden Häuten, die früher unter eigenen Gattungsnamen (Athelia, Xylostroma) beschrieben wurden. In wieder anderen Fällen vereinigen sich die Mycelhyphen zu grösstentheils aus parallel verlaufenden Fäden gebildeten, äusserlich den Wurzeln höherer Pflanzen oft sehr ähnlichen und ehedem auch als besondere Pilzgattungen beschriebenen Strängen. Am interessantesten in dieser Beziehung ist die alte Gattung Rhizomorpha, von deren ansehnlichster Art (R. fragilis) es als unzweifelhaft festgestellt ist, dass sie das parasitisch lebende Mycelium des bereits erwähnten Hallimasch bildet. Von den verschiedenen Formen dieser „Rhizomorpha“ tritt die var. subterranea in unterirdischen, wurzelartigen, vielfach verästelten, schwarzbraunen, im Querschnitte rundlichen Strängen von 0,5—3 mm Durchmesser auf (Fig. 112), welche im Stande sind, in Baumwurzeln hineinzuwachsen. Im Inneren der Wurzel wachsen sie dann als var. subcorticalis zwischen Holz und Rinde empor, nehmen dabei in Folge der veränderten Vegetationsbedingungen mehr flache, bandartige Gestalt oder

Fig. 112.

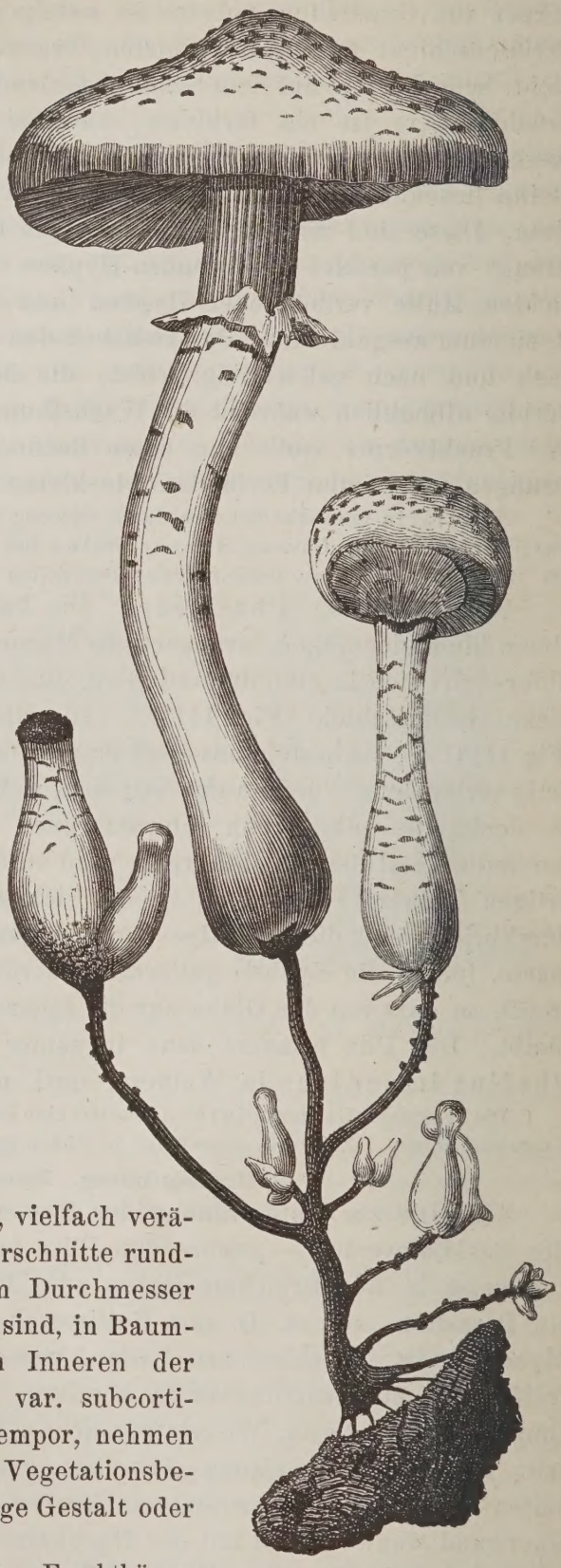


Fig. 112. Agaricus melleus L. Fruchtkörper in verschiedenen Stadien der Entwickelung auf einem verzweigten Strange des früher als Rhizomorpha fragilis bezeichneten Myceliums, welches noch mit einem Stücke abgestorbenen Holzes zusammenhängt. Nat. Gr.

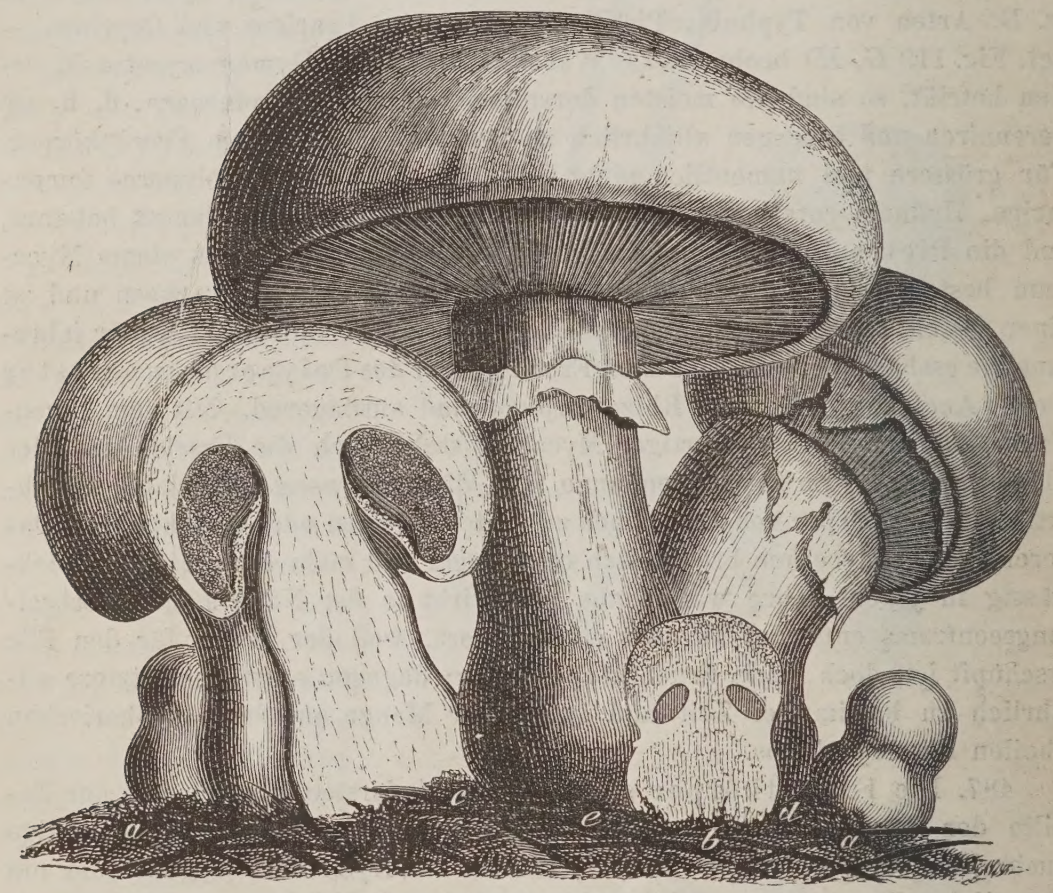
selbst die Form ausgedehnter Platten an, gehen jedoch wieder in die erstere Form über, wenn Aeste (die Rinde durchbrechend) abermals in den Boden gelangen. Der erwachsene Strang beider Formen lässt eine schwarzbraune, spröde, etwa papierdicke Rinde aus parallelen, lückenlos verbundenen Hyphen, sowie ein aus dünnen, farblosen, spitzwinkelig verflochtenen Fäden gebildetes, lufthaltiges Mark unterscheiden. Zahlreiche haarartige, von der Rinde entspringende Hyphen dringen behufs ergiebigerer Nährstoffaufnahme ins Substrat ein.

486. Sclerotien, welche im gröberen Baue mit den bereits früher (§ 414, 453) erwähnten Dauermycelien übereinstimmen, im feineren Baue jedoch vielfache Eigenthümlichkeiten zeigen, werden auch bei vielen Hymenomyceten (z. B. Arten von Typhula, Pistillaria, Clavaria, Agaricus und Coprinus — vgl. Fig. 119 *G*, *H*) beobachtet. Was die Dauer der Hymenomyceten-Mycelien betrifft, so sind die meisten derselben wohl typisch pleocarp, d. h. sie perenniren und erzeugen alljährlich zu bestimmter Zeit neue Fruchtkörper. Für grössere und namentlich nicht fleischige Schwämme (Polyporus fomentarius, Hydnum coralloides, Agaricus platyphyllus) ist dies längst bekannt, und die Pietra fungaja der Italiener, welche wesentlich aus einem Mycelium besteht, das Erdschollen, Steine und dergleichen umwachsen und zu einer festen Masse zusammengeballt hat, liefert bei Cultur im Keller jahrelang die essbaren, sehr geschätzten Fruchtkörper des Polyporus tuberaster *Jacq.* Auch die erwähnten Rhizomorphen sind ausdauernd. Mit dem Perenniren fädiger oder strangartiger Mycelien steht auch die Erscheinung der „Hexenringe“ im Zusammenhange, d. h. die Anordnung zahlreicher gleichartiger Fruchtkörper von Agaricinen zu weiten Kreisen oder Halbkreisen. Das perennirende Mycelium breitet sich centrifugal und mehr oder minder gleichmässig in jedem Jahre weiter aus und stirbt in der Nähe seines Verbreitungscentrums entweder ab oder erzeugt dort, weil der Boden für den Pilz erschöpft ist, doch keine Fruchtkörper mehr; dagegen entstehen letztere alljährlich zu bestimmter Zeit und in grosser Menge auf den peripherischen Theilen des Myceliums.

487. Die Fruchtkörper sind bei den niedersten Formen aus der Familie der Auricularineen sehr einfach gestaltete, haut- oder lederartige Ausbreitungen, welche auf ihrer Oberfläche das Hymenium tragen; oder ein eigentlicher Fruchtkörper fehlt wohl gänzlich, wie bei der parasitisch lebenden Gattung Exobasidium. Bei den Clavarieen erheben sich die Fruchtkörper als stielartige, keulenförmige oder korallenartig verzweigte Gebilde, während die übrigen Familien (Agaricinen, Polyporeen und Hydneen) den Fruchtkörper in Gestalt eines gestielten oder sitzenden, allseitig oder nur halbseitig ausgebildeten Hutes entwickeln, daher auch zur Bezeichnung der ganzen Gruppe als Hutpilze Veranlassung gegeben haben. Dieser Hut (pileus) hat in den meisten Fällen nach erreichter vollständiger Entwickelung die Gestalt eines Schirmes (Agaricus campestris; Fig. 113 *e*); bei anderen Formen ist er stärker gewölbt und hut- bis glockenförmig (Arten von Coprinus); oder er ist in entgegengesetzten Fällen scheibenartig verflacht, bald ganz eben, bald in der Mitte gebuckelt und nimmt endlich bei den extremsten Formen gestielter Hutpilze durch weiteres Aufbiegen des Randes die

Gestalt eines Trichters an (Cantharellus cibarius). Doch zeigen gewisse Arten in verschiedenen Entwickelungszuständen oder Varietäten häufig mehrere dieser Hutformen, und ebenso ist der den Hut tragende, aufrechte oder aufsteigende Stiel oder Strunk (stipes) von wechselnder Gestalt. Bei halbseitiger Entwickelung ist der Hut gewöhnlich stiellos; er sitzt dann mit mehr oder minder breiter Fläche einseitig dem Substrate an, consolenartig (Fig. 114) oder fächerförmig gestaltet und horizontal abstehend, und bei dichter Stellung zahlreicher Fruchtkörper sind diese dann häufig seitlich oder in Etagen unter einander verwachsen (viele Polyporus-Arten).

Fig. 113.

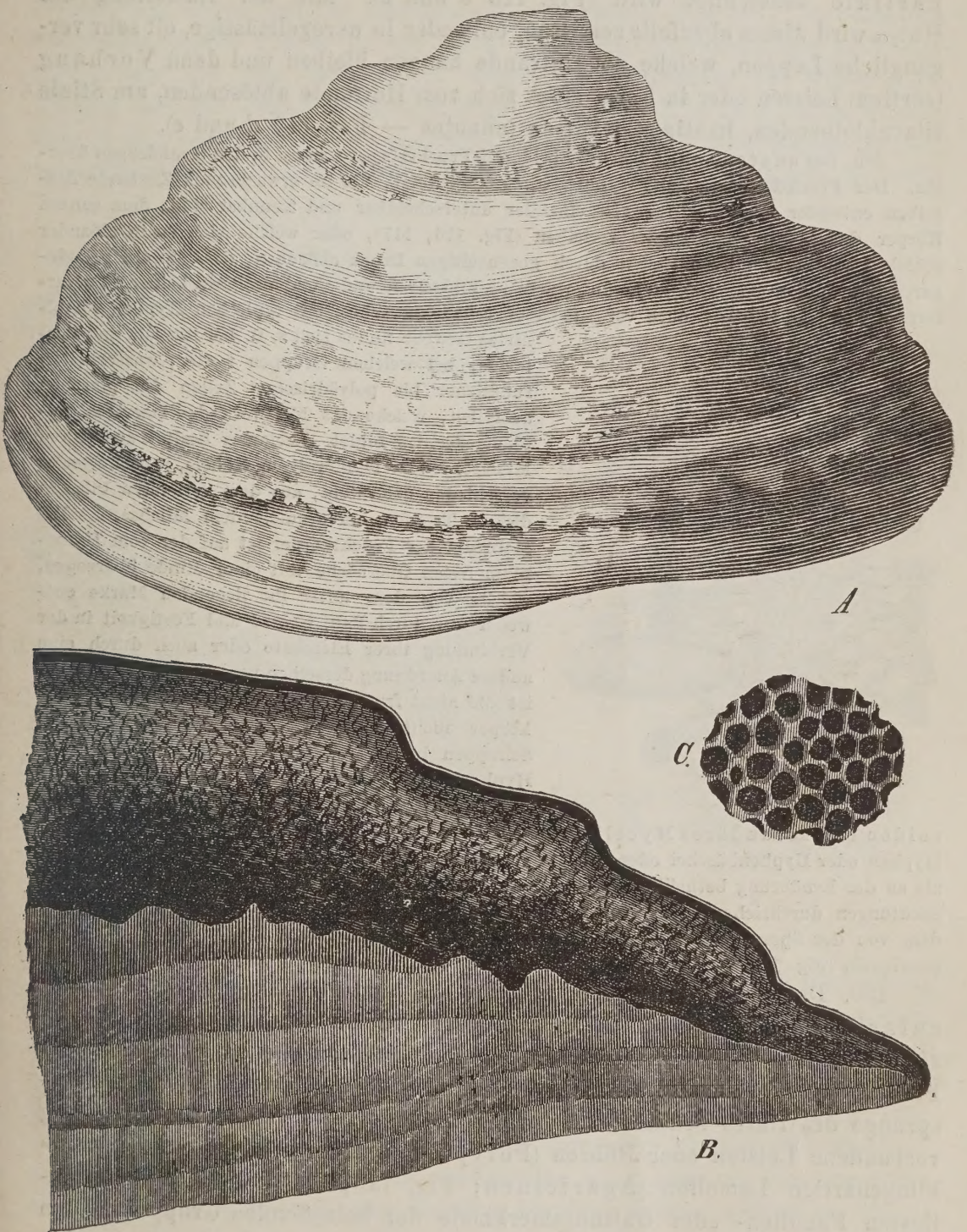


488. Gegenüber einer grossen Anzahl von Hymenomyceten, z. B. den Gattungen Russula, Lactarius, Cantharellus und Marasmius, die man als nackte oder gymnocarpe hinstellen kann, zeigen andere (angiocarpe) an bestimmten Stellen der Fruchtkörper noch eigenthümliche, aus verfilzten Hyphen gebildete, im Allgemeinen als Schleier (involucrum, velum) bezeichnete Hautanhänge. Bei dem Fliegenpilze (Agaricus muscarius) hüllt

Fig. 113. Agaricus campestris L. Verschiedene Entwickelungsstadien des Pilzes in natürl. Gr.: *a* Hut und Stiel eben auch äusserlich differenzirt; *b* ein etwas älterer Fruchtkörper im Längsschnitte, die Lamellen der Hutunterseite angelegt; *c* noch älteres Exemplar, ganz und halbirt, die Lamellen schon weit entwickelt, aber noch von der Volva bedeckt; *d* ein Pilz halb von unten gesehen, die Volva bereits zerreissend; *e* reifer Fruchtkörper.

eine solche Haut anfangs den ganzen jungen Fruchtkörper sackartig ein, und sie wird daher als Velum universale oder Volva unterschieden. Durch die Ausbreitung des Hutes wird diese Hülle zerrissen; ein Theil bleibt in

Fig. 114.



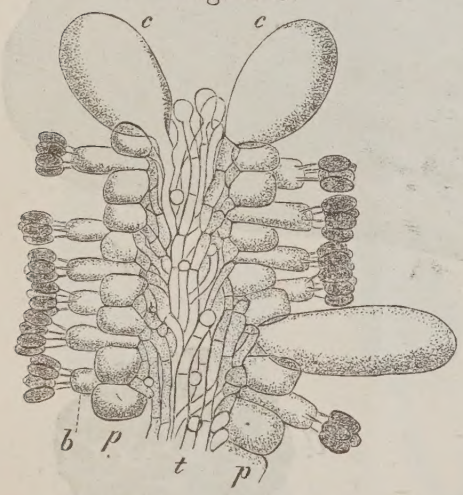
Form weisser, häutig-lederiger Warzen auf der rothen Hutoberseite sitzen,

Fig. 114. Polyporus fomentarius Fr. A Ganzer (kleiner) Fruchtkörper von vorne und oben gesehen; etwas verkleinert. B Fruchtkörper im senkrechten Durchschnitte. C Ein kleines Stückchen der Unterfläche des Hutes, stark vergrössert.

ein anderer Theil am Stiele in Gestalt eines häutigen, herabhängenden Ringes (annulus — etwa wie in Fig. 113 *e*). Eine andere Schleierform tritt als Haut auf, die sich zwischen dem Hutrande und der Oberfläche des Stieles des jungen Fruchtkörpers ausspannt, das Hymenium einschliesst und als Velum partiale bezeichnet wird (Fig. 113 *b* und *c*). Mit der Entfaltung des Hutes wird dieses ebenfalls zerrissen, entweder in unregelmässige, oft sehr vergängliche Lappen, welche am Hutrande hängen bleiben und dann Vorhang (cortina) heissen oder in Form eines sich vom Hutrande ablösenden, am Stiele sitzenbleibenden, häutigen Ringes (annulus — Fig. 113 *d* und *e*).

489. Der anatomische Bau der beiderlei Fruchtkörper stimmt in den Grundzügen überein. Der Fruchtkörper ist aus Hyphen zusammengesetzt, die im erwachsenen Zustande desselben entweder noch deutlich von einander unterscheidbar und trennbar sind, dem ganzen Körper daher faserige Structur verleihen (Fig. 116, 117), oder welche sich so in einander schieben und ihre kurzen Zellen durch gegenseitigen Druck abflachen, dass sie ein Pseudoparenchym bilden (Fig. 120, 121). Intermediäre Bildungen und Combinationen beider Structurformen kommen indessen auch vor. Pseudoparenchymatisches, mit typischen Hyphen combinirtes Gewebe findet sich z. B. bei Russula und Lactarius, bei welchen Gruppen weiter, wasserheller, rundlicher bis polyëdrischer Zellen die Maschen ausfüllen, welche das Netzwerk des faserigen Hyphengeflechtes bildet. Lactarius besitzt ausserdem Milchröhren mit feinkörnigem, trübem, je nach Species verschieden gefärbtem, aus dem verletzten Pilze in dicken Tropfen hervorquellendem Milchsafte. Die Mehrzahl der Fruchtkörper ist auf der vom Hymenium freien Oberfläche mit einer Rinde überzogen, welche von dem unter ihr liegenden Marke entweder nur durch Bau, Grösse und Festigkeit in der Verbindung ihrer Elemente oder auch durch eine andere Anordnung derselben verschieden ist. Ferner ist die nicht fruchttragende Oberfläche der Fruchtkörper nicht selten mit Haaren, Borsten oder Schuppen bedeckt, die ersteren als einzelne freie Hyphenenden, die Borsten und Schuppen als Büschel fest vereinigter Hyphenzweige vortretend. Als Rhizoiden oder secundäres Mycelium entspringen endlich aus der Basis vieler Fruchtkörper Hyphen oder Hyphenbüschel oder selbst lange, verzweigte, wurzelähnliche Stränge, welche sich als an der Ernährung betheiligte Organe dem Substrate fest anschmiegen oder dasselbe in allen Richtungen durchziehen. Am auffälligsten werden solche Rhizoiden bei Arten, welche aus dem von der Spore gebildeten Mycelium zuerst Sclerotien und aus diesen die Fruchtkörper entwickeln (Fig. 119 *H*).

Fig. 115.



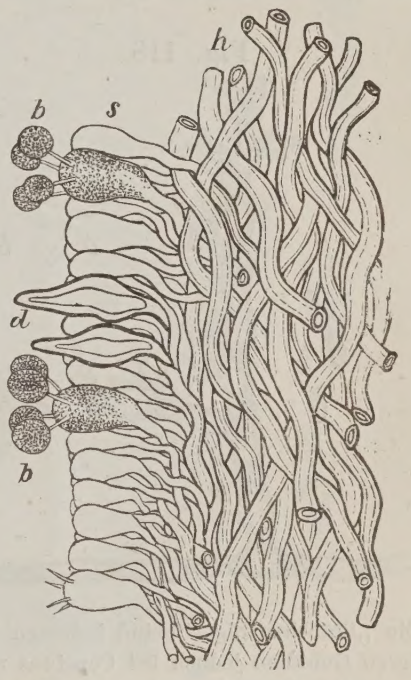
490. Das Hymenium erscheint bei den hautartig ausgebreiteten Auricularineen und den keulenförmigen oder strauchartig verzweigten Clavarieen als ein glatter, hautartiger Ueberzug auf der ebenen Oberfläche der Fruchtkörper, während es bei den übrigen Familien charakteristische Vorsprünge des Hutes bedeckt: Stacheln oder Lappen (Hydneen), netzförmig verbundene Leisten oder Röhren (Polyporeen; Fig. 114, 116) oder messerklingenartige Lamellen (Agaricinen; Fig. 113, 121), welche die wichtigsten Familien- oder Gattungsmerkmale der betreffenden Gruppen bilden (vgl. §§ 499 — 503). Im feineren Baue dieser das Hymenium tragenden

Fig. 115. Coprinus stercorarius Fr. Längsschnitt durch die Schneide einer Lamelle nach vollendeter Sporenbildung. *t* Trama, *p* sterile Pallisaden, *b* Basidien mit Sporen. *c* Cystiden. Nach Brefeld; Vergr. 300.

Vorsprünge unterscheiden wir ein inneres oder mittleres, meist deutlich fädiges Gewebe derselben als Trama oder Einschlag (Fig. 115 *t*; 116 *h*). Dasselbe besteht aus einer Hyphenmasse von der Form des betreffenden Vorsprunges, deren Hyphen längs der ganzen Insertionslinie des letzteren als Zweige von denjenigen der Markschicht entspringen (Fig. 121). In Structur, Consistenz, Farbe u. s. w. ist die Trama dem übrigen Fruchtkörper entweder gleich oder von ihm verschieden. Gegen die Oberfläche der Vorsprünge wenden sich die Trama-Hyphen im Bogen (Fig. 115—117); ihre Zellen werden hier in der Regel kürzer, ein als subhymeniales Gewebe unterschiedenes, oft pseudoparenchymatisches Gewebe bildend, von dem sich als letzte Hyphen-

Fig. 116.

Fig. 117.



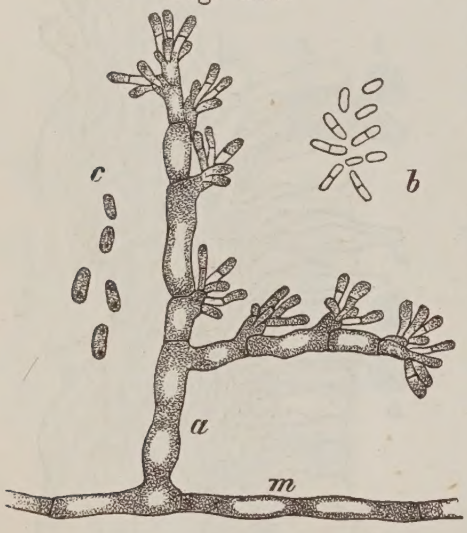
äste, resp. Endzellen der Hyphen, die Elemente des eigentlichen Hymeniums senkrecht erheben. Die meist keulenförmigen, die Sporen abschnürenden Basidien (§§ 477, 478) erscheinen einzeln oder gruppenweise im Hymenium, oft in weiten Abständen von einander, nie das ganze Hymenium vollständig erfüllend, in der Regel auch den Rand der Lamellen frei lassend (Fig. 115). Zwischen ihnen enden die meisten in das Hymenium verlaufenden Hyphenzweige steril als plasmaarme, oft wasserhelle, sonst aber mit Ausnahme der mangelnden Sporenbildung den Basidien ähnliche Zellen, welche als Paraphysen oder Pallisaden (Fig. 115 *p*, 116, 117) bezeichnet werden und

Fig. 116. Polyporus igniarius Fr. Querschnitt aus der Unterfläche des Hutes; *h* das die Trama zwischen den Röhren bildende Hyphengeflecht, *s* Hymenium. Vergr. 270. — Fig. 117. Polyporus igniarius Fr. Stück aus einem Röhren-Längsschnitte; *h* Trama, *b* Basidien, *s* Pallisaden, *d* Cystiden. Vergr. 600.

den Paraphysen der Ascomyceten gleichwerthig sind. Von diesen werden dann noch die durch bedeutendere Grösse und meist auch andere Form ausgezeichneten, theils ordnungslos zwischen den Basidien, theils und vorzugsweise am freien Rande der Hymenialfortsätze, aber immer nur in geringer Zahl auftretenden Cystiden unterschieden (Fig. 115 *c*, 117 *d*).

491. Die vollständige Entwickelungsgeschichte des Hymenomyceten-Fruchtkörpers von seiner Anlage auf dem Mycelium an ist erst in wenigen Fällen bekannt, bei Hymenomyceten mit frei-fädigem Mycelium für Coprinus, bei solchen mit Einschaltung von Sclerotien gleichfalls für Coprinus, bei solchen mit Rhizomorphen für Agaricus melleus. Die Sporen des Coprinus stercorarius (Fig. 119—121) keimen in der Weise, dass an ihrem Scheitel (dem der Anheftungsstelle am Sterigma entgegengesetzten Ende) das Endospor als helles Bläschen hervorwächst (Fig. 119 *A*), welches aber bald an einer oder mehreren Stellen Keimschläuche vortreten lässt (Fig. 119 *B*, *C*), die sich verzweigen und früher oder später durch Querwände gliedern. Die durch Spitzenwachsthum sich verlängernden und dabei sich weiter verzweigenden Myceläste zeigen häufig Schnallen und *H*förmige Anastomosen (§ 485). Selbst die Mycelien mehrerer neben einander keimender Sporen können durch Anastomosen in Verbindung treten. Gonidienfructificationen treten am Mycelium des C. stercorarius nicht auf, wohl aber auf demjenigen von C. lagopus, C. ephemerus und C. ephemeroides. Sie entstehen als kurze, meist einfache Seitenzweige, welche reichen Inhalt führen und auf ihrem Ende und in gemessenen Abständen auch an den Seiten Büschel feiner Ausstülpungen treiben, die zu kleinen cylindrischen Gonidien heranwachsen, vom Träger durch Scheidewände abgegrenzt werden, sich selbst noch durch eine Querwand theilen und dann leicht abfallen. Scheidewände, welche nach Anlage der Stäbchensprosse im Träger auftreten, machen letzteren mehrzellig (Fig. 118). Wie man ehedem wohl die Cystiden im Hymenium als männliche, die Basidien befruchtende Organe betrachtete, wurden die früher als „Stäbchen" bezeichneten Gonidien von ihren ersten Beobachtern als Spermatien angesehen, die mit anderen, eigen gestalteten Myceläsien copuliren und dadurch die Entstehung der Fruchtkörper veranlassen sollten. Die „Stäbchenträger" sind indessen hier, wie bei den Tremellineen (§ 480) Gonidienträger, deren Gonidien jedoch bei Coprinus nicht mehr keimfähig sind.

Fig. 118.



492. Die Anlage der Fruchtkörper kann auf jeder beliebigen Mycelzelle eintreten, indem in der Nähe einer Querwand Hyphensprosse erscheinen, die sich rasch äusserst reich verzweigen, und bald einen kleinen Fadenknäuel bilden (Fig. 119 *D*). Dieser vergrössert sich schnell durch fortdauernde Verzweigung seiner Hyphen, die im Inneren des Knäuels am stärksten ist, hier bald zur seitlichen Berührung und durch schliessliche Dehnung der Zellen zur Bildung eines pseudoparenchymatischen Kernes führt. Letzterer ist der junge Fruchtkörper, welcher von einer lockeren, aber mit ihm in organischer Verbindung stehenden Hyphenhülle umgeben wird. Von diesem Fruchtkörper ist aber vorerst nur der bauchige Stiel vorhanden. An dem Ende desselben beginnt dann die Bildung des Hutes, indem eine lebhafte Hyphensprossung eintritt (in Fig. 119 *E* eben angedeutet), bei welcher die einzelnen Hyphen radiär nach aussen wachsen und sich um so reicher verzweigen, je mehr sich die Hutanlage erweitert. Bald biegen die endlich lückenlos zusammenschliessenden Huthyphen auch nach unten um, so dass der Hut seine kuppelförmige Gestalt erhält (Fig. 119 *F*, 120). Die locker verbundenen Hyphen, welche ausserhalb der Begrenzung des Hutes liegen und an seiner Bildung keinen Antheil nehmen, setzen sich nach abwärts unmittelbar in die von der Bildung des Stieles ausgeschlossene Hyphenhülle fort und bilden mit dieser zusammen das Velum universale (Fig 119 *F*; 120 *v*).

Fig. 118. Coprinus lagopus Fr. *a* Gonidien- (Stäbchen-) Träger auf einem Mycelaste *m*; *b* und *c* abgefallene Gonidien (Stäbchen). Nach Brefeld. Vergr. von *a* und *b* 400, *c* 600.

Fig. 119.

Fig. 119. Coprinus stercorarius Fr. Nach Brefeld. A Keimende Spore. B und C Keimende Sporen etwas weiter entwickelt. D Stück eines Myceliums (*m*) mit fünf jungen Fruchtanlagen: 1 und 2 die jüngste Entwickelungsstufe, 3 etwas älter, 4 noch älter und 5 der am weitesten vorgeschrittene Fruchtkörper, welcher jedoch noch keine innere Differenzirung seiner Hyphensprosse zeigt. E Eine junge Frucht im weiteren Entwickelungsstadium: im Inneren treten die Anlagen des Stieles und Hutes bereits als dichteres Hyphengeflecht auf, umgeben von der lockeren Hyphenmasse der Volva, deren zum Hute gehöriger Theil sich durch blasige Anschwellung der Endzellen auszeichnet. F Eine noch weiter vorgeschrittene Fruchtanlage, aus der Stiel und Hut des jungen Pilzes schon schärfer hervortreten: die Volva des Hutes ist hier bereits fast ganz in blasige Zellen zerfallen. G Längsschnitt durch ein keimendes Sclerotium (*s*), in welchem der junge, noch von seiner Volva (*v*) umgebene Fruchtkörper halbirt wurde. H Erwachsener Pilz, der in der letzten Streckung des Stieles und in der Aufspannung des Hutes begriffen ist: *s* das Sclerotium, *r* Rhizoiden des unteren Stielendes, *o* eine nicht zur Entwickelung gelangte zweite Fruchtanlage. Vergr. A—C 300, D 200, E 120, F 50, G und H natürliche Grösse.

493. Bis zu diesem Entwickelungsstadium gebraucht der Fruchtkörper 1—2 Tage. Während der Stiel von jetzt ab langsam durch Theilung der Zellen einer unmittelbar unter der Hutanlage liegenden Zone (Fig. 120 ×××) wächst, geht auf der Unterseite des rascher sich ausbildenden Hutes die Entwickelung der Lamellen vor sich, welche das Hymenium tragen sollen. Dieselben erscheinen als Bündel eng und luftfrei verbundener Hyphen, welche als neue Vegetationsheerde gleichzeitig und dicht neben einander vortreten und zwischen welche mit der langsam erfolgenden Erweiterung des Hutes neue Lamellen eingeschaltet werden (Fig. 121 *l*). Ihre Hyphen nehmen mit der weiteren Ausbildung den schon in Fig. 115 abgebildeten Verlauf an, so dass bald Trama und die auf dieser senkrecht stehenden Endzellen der Hyphen als Hymenium deutlich erkennbar werden (Fig. 121). Die Zellen des Hymeniums sind anfänglich alle gleich gestaltet; erst später wachsen die zu Basidien werdenden über die Oberfläche hervor und erzeugen Sterigmen und Sporen, während von den zurückbleibenden Pallisaden einige wenige zu Cystiden anschwellen. Da nachweissbar die Elemente des Hymeniums gleichen genetischen Ursprunges sind, der Hut selbst aus Hyphenelementen gleicher Art und gleichen Ursprunges aufgebaut ist, die den Hut erzeugende Stielanlage als erstes Differenzirungsproduct aus den an einem Mycelfaden vegetativ in gleicher Art und in gleicher Form entstandenen Hyphensprossen hervorging, so ist im ganzen Entwickelungsgange des Fruchtkörpers an keiner Stelle das Auftreten geschlechtlich differenter Elemente constatirbar. — Während dieser Vorgänge erhalten die Hyphen der Hutvolva rosenkranzförmige Gestalt und ihre äusseren Zellen schwellen blasig an und zerfallen (Fig. 119 *F*, 121), wohingegen die Hyphen der Stielvolva, ohne zu zerfallen, nach oben über den Hutrand und in die Hutvolva hinein-

Fig. 120.

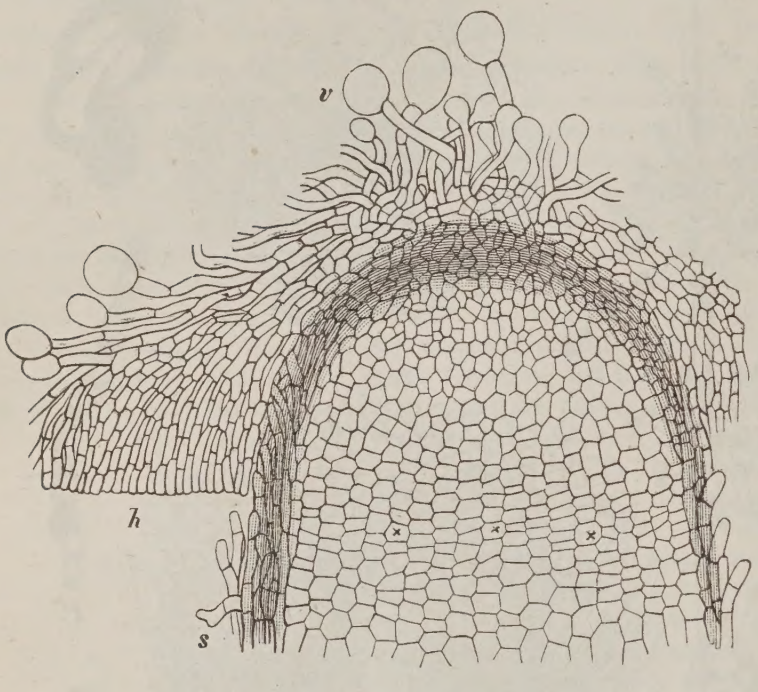


Fig. 121.

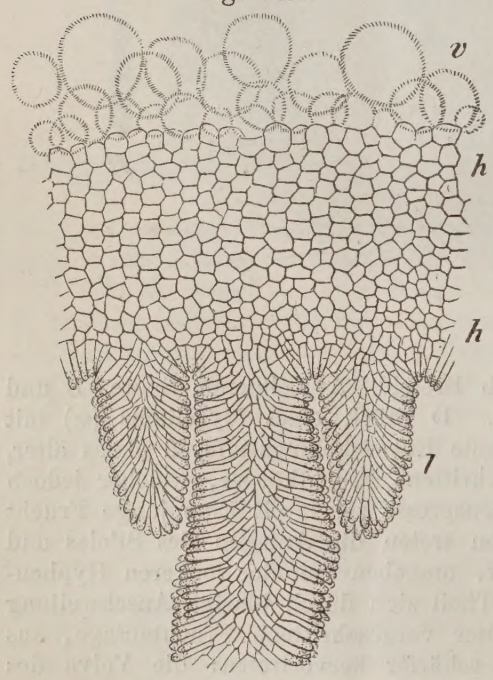


Fig. 120. Coprinus stercorarius Fr. Längsschnitt aus dem oberen Theile eines jungen Fruchtkörpers, an welchem der Hut mit seiner wachsenden Randzone bereits umgewendet ist. *s* Stiel. *h* Hut. *v* Die inneren Hyphen der Volva. ××× Theilungszone im Stiele. Nach Brefeld; Vergr. 300.

Fig. 121. Coprinus stercorarius Fr. Stückchen eines Querschnittes durch den Hut. *v* Die blasigen Zellen der Hutvolva; *h* äussere Hutwand; *h'* innere Hutwand, von welcher die Lamellen *l* entspringen. Nach Brefeld; Vergr. 200.

wachsen. Die 2—3 äussersten Zellenlagen des Hutes verdicken ihre dunkeler werdenden Membranen und werden dadurch zur Huthaut (Rinde), von welcher sich die Volva jetzt leicht ablöst. Endlich beginnt starke Streckung des bis dahin kurzen Stieles, der noch glockenförmige Hut wird langsam wie ein Regenschirm aufgespannt (wobei hier eine Spaltung der Lamellen eintritt) und die Sporen fallen ab.

494. Häufiger, als der Fruchtkörper sich unmittelbar auf dem Mycelium bildet, geht demselben bei Coprinus die Entwickelung eines Sclerotiums voran, das mit einem Knäuel reich verzweigter Hyphen beginnt, bis Haselnussgrösse erreicht, schliesslich pseudoparenchymatische Structur, ein weisses Mark und schwarze Rinde zeigt, reich an Reservenährstoffen ist und sofort Fruchtkörper hervorbringen, aber auch ein Jahr lang trocken ruhen kann, ohne keimunfähig zu werden. Jede beliebige Oberflächenzelle eines solchen Sclerotiums kann einen Fruchtkörper erzeugen, indem sie zu einem Hyphenknäuel aussprosst, welcher sich weiterhin genau wie die auf dem Mycelium entstehenden Fruchtanlagen verhält (Fig. 119 *G*). Von den gewöhnlich in grösserer Anzahl angelegten Fruchtkörpern eines Sclerotiums kommen nur einer oder wenige zu völliger Ausbildung, während welcher das Sclerotium selbst bis auf die verschrumpfende Rinde aufgezehrt wird. In Nährstofflösungen gebrachte Sclerotien oder Stücke derselben treiben aus den unverletzten Zellen fruchtbare Mycelien und dasselbe erreicht man bei jungen Fruchtkörpern, so lange an ihnen die Sporenbildung noch nicht eingetreten ist. An im Dunkeln gezogenen Fruchtkörpern vergeilt der Stiel unter eigener abnormer Verlängerung und Verkümmerung des Hutes. Häufig erzeugen dann Adventivsprosse des Stieles neue, kleinere Fruchtkörper, die in gleicher Weise sich verhalten und abermals noch kleinere Fruchtkörper entwickeln können.

495. Bei dem mit einer mächtigen, zuletzt in Form weisser Warzen auf der rothen Hutfläche zurückbleibenden Volva versehenen Fliegenpilze (Agaricus muscarius) ist die Hutinnenfläche niemals frei; die Hutanlage bleibt vielmehr seitlich von der enorm wachsenden Stielanlage eingeschlossen. Letztere wird zu der späteren knolligen Stielbasis und der über der Mitte der Stielanlage axil verlaufende Theil des jungen Fruchtkörpers streckt sich zuletzt zum eigentlichen Stiele. In der zwischen diesem künftigen Stiele und der Hutwand liegenden Hyphenmasse, also in einer neutralen Zone, die beiden gemeinsam gehört, werden die Lamellen differenzirt und damit zugleich auch Hut und Stiel gesondert. Doch bleibt ein zwischen den Lamellen und der Stieloberfläche liegender Hyphentheil unverwendet und dieser ist es, der bei der beginnenden Aufspannung des Hutes sich als weisse Haut vom sich streckenden Stiele löst, dann eine kurze Zeit (ähnlich wie in Fig. 113) und bedeutend gespannt wie ein Schleier die Innenfläche der Lamellen überzieht, mit der letzten Ausdehnung des Hutes aber sich vom Rande des letzteren ablöst und nun als schwammige Haut oder Manschette vom Stiele herabhängt.

496. Auf dem Rhizomorphen-Mycelium des Agaricus melleus treten die jungen Fruchtkörper ganz wie die sterilen Aeste der Mycelstränge auf. Beide entstehen aus zahlreichen Hyphen der inneren Rindenschichten und brechen durch einen Rindenriss als weisse, kegelförmige Körper hervor. An den jungen Fruchtkörpern repräsentiren diese die Stielanlagen, auf denen erst ziemlich spät und völlig frei der Hut wie bei Coprinus hervorsprosst (Fig. 112). Die Unterseite der jungen Hutanlage ist hier aber ursprünglich ganz frei; später erst wachsen nach abwärts gehende Hyphenaussprossungen des Hutrandes mit solchen aufwärts steigenden einer dicht unter dem Hute befindlichen Stielregion zusammen und bilden, sich verfilzend, eine Hülle, durch welche eine Ringfurche nach aussen abgeschlossen wird, an deren oberer der Hutunterseite angehörenden Wölbung die Lamellen hervorsprossen. Längsschnitte derartiger Fruchtkörper bieten dann etwa das Aussehen der Fig. 113 *b*; die Hülle selbst bleibt schliesslich als Ring am Stiele sitzen (Fig. 112).

Die bis jetzt betrachteten Fruchtkörper sind angiocarpe (Coprinus, Agaricus muscarius) oder halb-angiocarpe (Agaricus melleus). Bei den rein gymnocarpen, also aller Schleierbildungen entbehrenden Formen (z. B. Agaricus vulgaris, A. dryophilus) unterbleibt schliesslich auch das Auftreten solcher die Hutunterseite verdeckenden Hyphensprosse, wie sie bei A. melleus noch vorkommen.

497. Für die Formen aus den Familien der Polyporeen und Hydneen ist zu erwähnen, dass die verschiedenartigen Hymenialvorsprünge des Hutes (§ 490) eine ähnliche Entwickelung haben, wie die Lamellen der Agaricinen. Eine Anzahl hierher gehörender Fruchtkörper von lederiger oder holziger Beschaffenheit (Polyporus igniarius, P. fomentarius und andere Arten der Gattung, Lenzites, Trametes u. s. w.) besitzen die Fähigkeit, ihr Wachsthum bei Eintritt ungünstiger Lebensbedingungen einzustellen und dasselbe später, wenn Feuchtigkeit und Wärme in genügendem Maasse einwirken, wieder aufzunehmen. Diese Perioden des

Stillstandes und Wachsthums kennzeichnen sich auch äusserlich am Fruchtkörper. Während jeder Stillstandsperiode nämlich nehmen die in dem Rande und der Oberfläche des Fruchtkörpers liegenden Hyphenenden in vielen Fällen eine andere, meist dunklere Farbe an, als das übrige Gewebe, so dass auf Durchschnitten wie auf der Hutoberfläche die Zahl dieser Perioden durch eben so viele dunkele, dem Hutrande gleichlaufende Zonen angegeben wird (Fig. 114). Diese werden in vielen Fällen gleichzeitig noch schärfer dadurch markirt, dass bei Beginn jeder neuen Wachsthumsperiode sich das Gewebe plötzlich in Form eines um den ganzen Hutrand gehenden Wulstes erhebt, der sich mit fortschreitendem Wachsthum wieder gegen den Rand abflacht (Fig. 114 *B*). Bei manchen Polyporus-Arten (P. fomentarius, P. igniarius u. a.) findet in jeder Wachsthumsperiode auch eine Verlängerung der röhrenförmigen Hymenialvorsprünge gegen die freie Hymenialoberfläche hin statt. Durchschnitte älterer Fruchtkörper zeigen die Substanz der Röhrchen daher auf ähnliche Art, wie das innere Hutgewebe und die Hutoberfläche, in über einander liegende Zonen und Schichten getheilt (Fig. 114 *B*).

498. Die Hymenomyceten sind über die ganze Erde verbreitet und in allen Klimaten heimisch; einzelne Arten, namentlich Polyporeen (Polyporus lucidus, P. hirsutus etc.) sind Kosmopoliten. In der europäischen Flora werden circa 2700 Arten unterschieden, bei denen die Gattung Agaricus allein mit etwa 1200, die Familie der Agaricinen überhaupt mit etwa 1860 Arten betheiligt, nächstdem die Gattung Polyporus mit 227 Arten die grösste ist. Nächst den Trüffeln und Morcheln (§§ 448, 456) enthält die Ordnung der Hautpilze die vorzüglichsten Speiseschwämme. Da in vielen Gegenden Pilze ein werthvolles Nahrungsmittel und häufig das Fleisch der ärmeren Bevölkerung sind, so ist die Frage nach sicheren Unterscheidungsmerkmalen der giftigen und verdächtigen von den essbaren Arten häufig aufgeworfen und in verschiedenster Weise beantwortet worden. Alle hierauf bezüglichen Angaben taugen nichts. Das angebliche schwärzliche Anlaufen von Zwiebeln und silbernen Löffeln, die mit Giftpilzen gekocht werden, findet z. B. beim sehr giftigen Fliegenpilze, dem Knollen-Blätterpilze etc. nicht statt. Von Schnecken und Larven angefressene Pilze sind nicht immer unschädlich, da auch giftige ohne Nachtheil gefressen werden. Kleberige Oberfläche des Hutes, hohler Stiel, lebhafte und glänzende Farben, Milchsaft, scharfer Geschmack kommen bei giftigen wie ungiftigen Schwämmen vor, sind also als unterscheidende Charaktere nicht maassgebend. Eben so wenig darf aus dem eigenthümlichen Blauwerden mancher Pilze (z. B. mancher Boletus-Arten, namentlich B. luridus) beim Zerschneiden auf Giftigkeit geschlossen werden. Vielmehr beruht diese Erscheinung darauf, dass eine Anzahl fleischiger Pilze einen im Wasser löslichen Stoff enthält, welcher den Sauerstoff absorbirt und im ozonisirten Zustande an einen neben ihm vorkommenden harzartigen Körper abgiebt, der dadurch (durch Ozon) blau gefärbt wird. Es bleibt somit zur Unterscheidung essbarer und giftiger Pilze als Mittel nur übrig: genaue Kenntniss der wichtigsten in der Heimath vorkommenden essbaren und giftigen und vorzüglich der auf den Markt gebrachten essbaren Arten.

Die 5 unterschiedenen Hymenomyceten-Familien, deren Hauptmerkmale schon im § 490 angegeben wurden, sind die folgenden:

499. (Fam. 1.) **Clavarieï** (Keulenschwämme). Fruchtkörper aufrecht, einfach stiel- oder keulenförmig oder strauchartig (korallenartig) verästelt,, fleischig, selten knorpelig-gallertartig (Calocera), das Hymenium auf der glatten, höchstens runzeligen oder undeutlich warzigen Oberfläche des oberen Theiles oder der Aeste ringsum entwickelt. Meistens auf humosem Boden wachsend. — Coryne: Fruchtkörper einfach keulenförmig (auch als Untergattung von Clavaria betrachtet. C. pistillaris, C. Ligula u. a. A. in Wäldern. — Clavaria: Fruchtkörper korallenartig verzweigt, mit rundlichen Aesten. C. Botrytis (Hirschschwamm, Ziegenbart), flava, coralloides u. A. sind essbar. — Sparassis: Aeste blattartig-flach, kraus. S. crispa, von der Grösse eines Kohlkopfes, essbar.

500. (Fam. 2.) **Telephoreï** (Auricularini, Rindenschwämme). Fruchtkörper häutig, wachsartig oder lederig, selten (Auricularia) gallertartig, bald mehr oder weniger verflacht und krustenförmig dem Substrate aufgewachsen, bald becher- bis muschelförmig oder auch trichterig oder trompetenartig-hutförmig und gestielt. In den ersteren Fällen bekleidet das Hymenium die gesammte Oberfläche, im letzten Falle die Unterfläche als ein gleichmässig glatter, höchstens runzeliger oder kleinwarziger Ueberzug. In einzelnen Fällen (Exobasidium, Corticium, Hypochnus) ist der Fruchtkörper mehr oder weniger auf das Hymenium reducirt. Meistens auf Holz und Rinde lebend. — Corticium: Fruchtkörper krustenförmig, lederartig, flach oder napfförmig. C. amorphum auf der Rinde von Nadelhölzern, C. quercinum auf faulen Aesten der Eiche häufig. — Stereum: Fruchtkörper hutförmig, halbseitig, meist stiellos, das Hymenium auf der Unterseite, durch eine faserige Zwischenschicht von der übrigen Hutsubstanz

getrennt. S. hirsutum an faulen Stämmen, aber auch den lebenden Laubholzbäumen als Parasit gefährlich. — Telephora: keine besondere Zwischenschicht zwischen Hymenium und Hut. T. terrestris in Nadelwäldern. T. Perdix, schädlicher Parasit auf Eichen. — Craterellus: Fruchtkörper trichterförmig oder keulig. C. cornucopioides, braunschwarz, mit hohlem Stiele; in Wäldern. — Exobasidium: ohne eigentlichen Fruchtkörper, das Mycelium parasitisch im Gewebe lebender Pflanzen, direct ein schimmelartiges Hymenium erzeugend. E. Vaccinii schmarotzt in Stengeln und Blättern von Vaccinium Vitis Idaea und V. Myrtillus und verursacht Anschwellung derselben. E. Lauri erzeugt die früher als Luftwurzeln betrachteten, clavariaähnlichen Missbildungen auf Laurus canariensis der canarischen Inseln.

501. (Fam. 3.) **Hydneï** (Stachelschwämme). Das Hymenium bekleidet stachel-, zapfen-, warzen- oder kammartige Vorsprünge des Fruchtkörpers. Letzterer ist krustenartig ausgebreitet oder schirm- oder hutförmig und dann meistens gestielt, selten strauchartig verzweigt. Basidien zuweilen nur einsporig. Auf Holz und Erde wachsend. — Hydnum: Fruchtkörper mit dornförmigen Vorragungen für das Hymenium. H. imbricatum (Habichtsschwamm) und H. repandum (Stoppelschwamm) essbar, beide mit Hut. H. coralloides ohne Hut, ästig, essbar. H. diversidens schädlicher Parasit auf der Eiche. — Sistostrema. Irpex.

502. (Fam. 4.) **Polyporeï** (Löcher- oder Röhrenschwämme). Das Hymenium bekleidet getrennte oder zu einer festen Schicht vereinigte Röhren (Fig. 114, 116), wabenartige Vertiefungen oder labyrinthisch gewundene Gänge des selten auf die Fruchtschicht reducirten (Solenia), sonst krustenartigen oder hut-, schirm- oder hufförmigen, sitzenden oder gestielten, fleischigen, korkigen, lederigen oder holzigen Fruchtkörpers. An Holz und Rinde (meist parasitisch) oder auf der Erde lebende, meist grössere bis sehr grosse Schwämme. — Polyporus: Fruchtkörper lederig, korkartig oder holzig, consolenartig und ungestielt, oder mit Hut, der bald in der Mitte, bald mit dem Rande einem Stiele angeheftet ist. Röhrenschicht durch andere Structur und meist auch andere Färbung von der Hutsubstanz verschieden. P. fulvus, P. borealis, P. vaporarius und P. mollis erzeugen bei Nadelhölzern, P. sulphureus, P. dryadeus und P. igniarius bei der Eiche und anderen Laubhölzern Zersetzung des Holzes, die als Roth-, Weiss-, Grünfäule bezeichnet wird, sind daher der Forstcultur sehr schädlich. P. officinalis Fr. officinell (Fungus Laricis — enthält ein Harz, dessen Hauptbestandtheil Laricin ist), an Lärchenstämmen in den Alpen, Russland, Sibirien. P. fomentarius Fr. officinell (Fungus igniarius, Zunder- oder Feuerschwamm). P. suaveolens (Weidenschwamm), obsolet. — Trametes: Röhrenschicht des Hutes mit diesem von gleicher Farbe und Structur. T. radiciperda ist auf der Wurzel und T. Pini am Stamme von Nadelhölzern ein gefährlicher, Zersetzung des Holzes wie die genannten Polyporus-Arten hervorrufender Parasit. — Daedalea: Fruchtkörper hutförmig, korkig, mit labyrinthisch gewundenen Hymenialgängen. D. quercina. — Merulius: Fruchtkörper kuchenförmig, fleischig, auf der Oberseite mit gefaltetem Hymenium. M. lacrymans, der Hausschwamm, durch die von ihm verursachte Zerstörung des Holzes berüchtigt; wird am besten durch Tränken des Holzes mit Petroleum vertrieben. — Boletus: Fruchtkörper mit central gestieltem Hute, fleischig, auf der Unterseite mit zahlreichen Röhren. B. edulis (Steinpilz), B. scaber (Kapuzinerpilz), B. ovinus (Schafeuter), B. umbellatus (Eichhase), B. confluens (Semmelpilz) u. a. A. sind essbar und zum Theil als Delicatesse geschätzt. B. satanas (Satanspilz), B. pachypus (Dickfuss), B. luridus (Hexenpilz) u. s. w. giftig.

503. (Fam. 5.) **Agaricini** (Blätterschwämme). Das Hymenium bekleidet auf der Unterseite eines schirm- oder hutförmigen, meist gestielten, fleischigen, seltener lederigen Fruchtkörpers strahlig gestellte, blatt- oder leistenförmige (messerklingenförmige), meist freie und einfache, seltener gabelig getheilte oder netzig anastomosirende Lamellen, deren freier Rand als Schneide, deren am Hutrande befindliches Ende als vorderes, das dem Stiele zugekehrte als hinteres bezeichnet wird (Fig. 112, 113). Für die systematische Bestimmung der zahlreichen (Agaricus allein mit ca. 1200 europäischen Arten), in der Regel auf der Erde wachsenden Formen sind Beschaffenheit einer etwa vorhandenen Volva, Farbe der Sporen etc. wichtig. Man unterscheidet folgende Gattungen:

I. Fruchtkörper lederig oder korkig, dauerhaft.
  A. Hut stiellos, oder seitlich (selten central) gestielt, der Stiel mit dem Hute von gleicher Beschaffenheit.
    1. Lamellen einfach, oder am hinteren Ende netzig anastomosirend, lederig, mit ganzer Schneide: Lenzites.
    2. Lamellen nicht oder nur vereinzelt anastomosirend.
      a. Lamellen mit der Länge nach gespaltener, an den Rändern umgerollter Schneide: Schizophyllum.

b. Lamellen häutig, mit gesägter oder gezähnter Schneide: Lentinus.
c. Lamellen häutig, faltenförmig, mit krauser Schneide: Trogia.
d. Lamellen lederig, mit scharfer, ganzrandiger Schneide: Panus.

B. Hut central gestielt, der Stiel knorpelig oder hornig und dadurch vom Hute verschieden. Lamellen häutig, trocken, mit ganzer, scharfer Schneide: Marasmius.

II. Fruchtkörper fleischig bis häutig, schnell vergänglich.

A. Lamellen niedrig, dick, mit stumpfer Schneide.
1. Lamellen fleischig-wachsartig, gabelig-ästig, am Stiele herablaufend: Cantharellus.
2. Lamellen fleischig, saftig, dem Stiele angewachsen, aber nicht herablaufend: Nyctalis

B. Lamellen dünn, blattartig, mit scharfer Schneide.
1. Lamellen feucht, schmierig, eine durch die Sporen rostfarbene Flüssigkeit abtropfen lassend. Hut nicht zerfliessend: Bolbitius.
2. Lamellen und auch der Hut in eine durch die Sporen schwarz gefärbte, tintenartige Flüssigkeit zerfliessend: Coprinus.
3. Lamellen nicht zerfliessend.
a. Lamellen und oft auch der ganze Fruchtkörper mit Milchsaft: Lactarius.
b. Ohne Milchsaft.
* Hut mit einer spinnewebartigen Hülle: Cortinarius.
** Hülle, wenn vorhanden, nicht spinnewebartig.
α. Lamellen sich leicht vom Hute lösend: Paxillus.
β. Lamellen mit dem Hute fest verbunden.
0 Lamellen steif, zerbrechlich, saftlos: Russula.
00 Lamellen fast wachsartig, saftreich. Sporen kugelig: Hygrophorus.
000 Lamellen zäh-gallertartig. Sporen spindelförmig: Gomphidius.
0000 Lamellen häutig, weich, leicht spaltbar: Agaricus.

504. Marasmius oreades und M. scorodonius sind essbar und als Suppengewürz beliebt. — Cantharellus cibarius (Eierschwamm) essbar. C. aurantiacus verdächtig, nach einigen Angaben sogar giftig. — Russula alutacea, integra, vesca, depallens, lactea, cyanoxantha, lepida und virescens sind essbar, R. emetica (Speiteufel), rubra, furcata u. a. giftig. — Lactarius deliciosus (Reizker), subdulcis (Süssling) und volemus (Brätling) werden gegessen; L. pyrogalus (Brennreizker), turpis (Mordschwamm), torminosus (Gift- oder Birkenreizker) sind giftig, andere Arten verdächtig. — Hygrophorus virgineus (Jungfernschwamm), pratensis (Wiesenschwamm), penarius und eburneus (Elfenbeinschwamm) sind essbar. — Paxillus involutus essbar. — Cortinarius collinitus u. a. A. essbar. — Agaricus campestris (Champignon), pratensis (Wiesenschwamm), arvensis (Schafchampignon), silvaticus (Waldchampignon), mutabilis (Stockschwamm), prunulus (Musseron), Orcella, bombycinus (Seidenschwamm), ostreatus (Austernpilz, Drehling), esculentus (Nagelschwamm, Krösling), odorus (Anisschwamm), graveolens (Maischwamm, Musseron), gambosus (Pomonaschwamm), Columbetta, Russula, melleus (Hallimasch), delicatus, procerus (Parasolschwamm), caesareus (Kaiserling) u. a. A. sind essbar und zum Theil sehr beliebte Speiseschwämme; giftig sind u. a. A. fascicularis (Schwefelkopf), crustuliniformis, rimosus, rubescens (Perlenschwamm, grauer Fliegenschwamm), muscarius (Fliegenpilz), excelsus, Mappa, phalloides, virosus, pantherinus (Pantherschwamm). Der essbare Hallimasch, A. melleus, verursacht eine unter dem Namen „Erdkrebs, Harzsticken, Harzüberfülle, Wurzelfäule“ u. s. w. bekannte Krankheit der Nadelbäume, vorzüglich der Kiefern, bei welcher diese völlig absterben. Hervorgerufen wird dieselbe durch das in dicken schwarzen Strängen und Bändern unter der Rinde (besonders der Wurzeln) wuchernde Mycelium, das früher als Rhizomorpha fragilis, subterranea etc. beschrieben wurde und welches die auf seinem Wege liegenden Gewebe (Cambium, Bast, zum Theil auch das Holz) zerstört (Fig. 112). Da das Mycelium sich durch den Boden von Baum zu Baum verbreitet, ist die Krankheit ansteckend und um so gefährlicher.

Fossile Thallophyten.

505. Was die Entwickelung der Thallophyten in früheren Perioden der Erdgeschichte betrifft, so kennt man dieselbe nur sehr fragmentarisch. Wir dürfen annehmen, dass sie den Anfang des vegetabilischen Lebens auf der Erdoberfläche machten, da sie uns in den ältesten, Pflanzenreste führenden Schichten (Silur) allein entgegentreten und die Entwickelungsgeschichte überhaupt diese einfachen Formen als Erstlinge verlangt. Indessen ist ja die Körperbeschaffenheit der meisten Thallophyten nicht von der Art, dass sie uns in so gutem Zustande, wie viele höhere Pflanzen, erhalten bleiben konnten, und viele namentlich als Algen noch jetzt be-

schriebene Reste dürften, wie manche ihrer früheren Genossen, späterhin als anorganische Gebilde erkannt werden. — Von **Pilzen** werden im ganzen etwa 18 (meist mit lebenden identische) Gattungen mit 87 Arten unterschieden, die fast sämmtlich dem Tertiär angehören und unter denen die angeblichen Pyrenomyceten mit 69 Arten vertreten sind. Am häufigsten sind unter letzteren die als Sphaeria bezeichneten Formen. Von Hymenomyceten kennt man 4 Formen der Gattungen Hydnum, Polyporus und Lenzites. — **Flechten** kommen im Bernstein und in der Braunkohle im ganzen in 10 noch lebenden, meistens den Strauchflechten angehörenden Gattungen vor. — Am grössten ist die Zahl der beschriebenen fossilen, aber oft sehr zweifelhaften **Algen** (54 Gattungen mit 254 Arten), die meistens den Florideen und Fucaceen zugerechnet werden. Den Conferven ähnliche Formen kommen am häufigsten im Tertiär vor. Caulerpites findet sich vom Silur bis Eocen, Caulerpa im Tertiär. Delesseria tritt besonders reich im Eocen auf; die Gattungen Chondrites und Sphaerococcites werden in der Trias, Cystoseira, Sargassum und Fucus im Tertiär, Fucoides in vorcarbonischen Schichten gefunden. Von Chara werden 40 Arten vom Muschelkalk ab durch die jüngeren Formationen unterschieden.

II. Gruppe. Muscineae (Bryophyta). Moose.

506. Die Gruppe der Moose ist durch einen scharf ausgesprochenen bereits auf S. 167 skizzirten Generationswechsel ausgezeichnet. Aus der keimenden Spore geht ein meist kräftig ausgebildeter, seltener rudimentärer Vorkeim (Protonema) hervor: ein in der Regel verzweigtes, fadenförmiges (confervenartiges), selten flächenförmiges Gebilde, an welchem die junge Moospflanze, als seiten- oder endständiger, bisweilen nicht scharf abgegrenzter Spross entsteht. Letzterer ist bei einer Anzahl von Lebermoosen, der niederen Classe der Gruppe, noch ein blattloser, laubartiger Thallus, bei anderen Gattungen derselben Classe, sowie bei sämmtlichen Laubmoosen ein beblättertes Stämmchen; doch sind die beiderlei Extreme durch Uebergangsformen mit einander verbunden (§ 512). Typische Wurzeln fehlen den Moosen noch, werden aber durch die meist in grosser Zahl entwickelten Rhizoiden (Haarwurzeln) ersetzt, welche physiologisch die Rolle der Wurzeln übernehmen, d. h. das Pflänzchen am Substrate befestigen und ihm Wasser und die in demselben gelösten Nährstoffe zuführen. Der anatomische Bau ist noch ein sehr einfacher. Verschmelzung ursprünglich getrennter Elemente zu pseudoparenchymatischen Körpern, wie sie uns unter den Thallophyten bei den Pilzen entgegentrat, kommt hier nicht mehr vor; das Gewebe der Moose ist stets ein echtes, durch wiederholte Theilung von Zellen entstanden, die sich in den meisten Fällen auf eine einzige Scheitelzelle, seltener auf eine Gruppe solcher zurückführen lassen. Die complicirten Gewebesysteme der folgenden Gruppen sind den Moosen fremd. Nur selten ist eine scharf ausgeprägte Epidermis vorhanden (Marchantiaceen); im Stämmchen ist eine Rindenschicht meist nicht scharf vom centralen Gewebe gesondert und gefässbündelartige Zellenzüge treten nur im Stämmchen vieler Laubmoose auf.

507. Die ungeschlechtliche Vermehrung findet in verschiedener Weise statt. Einmal stirbt das oft vielfach verzweigte Stämmchen von hinten (unten) her allmählich ab und seine Rhizoiden entwickelnden Aeste werden in Folge dessen stetig isolirt und zu selbständigen Pflänzchen. Ferner kann unter geeigneten Verhältnissen nicht nur jedes Rhizoid der Laubmoose sich zu einem wieder Moospflanzen erzeugenden Vorkeime entwickeln, es können Vorkeime auch aus feucht gehaltenen Blättern und selbst aus Sporogonien

entspringen. Rechnet man dazu die bei vielen Moosen auf dem Thallus oder an den Blättern, in den Blattachseln oder auf dem Stammscheitel entstehenden Brutknospen, welche zu einer ergiebigen Vermehrung beitragen, so wird es erklärlich, wie selbst bei nur selten geschlechtlich sich fortpflanzenden Arten solche dennoch in grosser Individuenzahl auftreten und oft weite Strecken überziehen können. Auch an Vorkeimen entstehen oft Brutknollen als kleine, gestielte Zellenkörper.

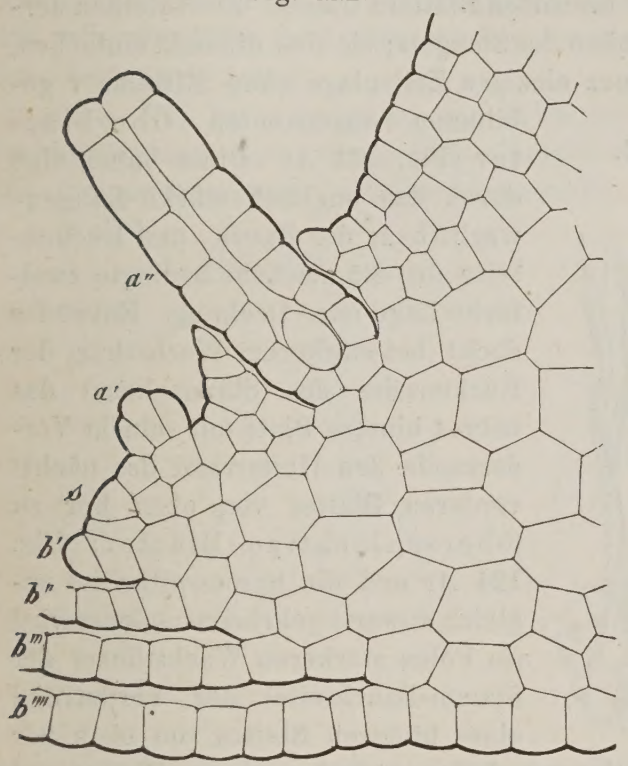
508. Die geschlechtliche Fortpflanzung wird stets durch Antheridien und Archegonien vermittelt. Die Antheridien sind kürzer oder länger gestielte kugelige, ellipsoidische oder keulenförmige Behälter, welche mit ihrer aus nur einer Lage grösserer, chlorophyllhaltiger Zellen bestehenden Wand das Mutterzellgewebe der Spermatozoiden sackartig umschliessen. Letzteres besteht aus zahlreichen kleinen, fast cubischen, zartwandigen, plasmareichen aber chlorophyllfreien Zellen (Fig. 129 *F*), deren jede ein Spermatozoid erzeugt. Dieses ist ein schraubig gewundener Faden mit etwas dickerem Hinterende und zwei langen, schwingenden Plasmawimpern am zart zugespitzten Vorderende (Fig. 129 *G*, 137 *K*). Bei der Reife des Antheridiums runden sich die Spermatozoiden-Mutterzellen ab (Fig. 137 *H*, *I*) ihre Membranen quellen, die Antheridienwand wird auf dem Scheitel gesprengt und die gesammte Zellenmasse tritt (meist ruckweise) aus. Da die Entleerung erfolgt, wenn die Pflanzen durch Regen- oder Thautropfen benetzt sind, so gelangen die Spermatozoiden-Mutterzellen direct in Wassertropfen, ihre Membranen werden gelöst und die Spermatozoiden in Folge dessen frei. Letztere zeigen während der meist raschen Vorwärtsbewegung eine Rotation um ihre Axe.

509. Die Archegonien sind sehr kurz gestielte, flaschenförmige Organe mit dickem Bauche und langem, bei den Lebermoosen oft gekrümmtem Halse. Der Archegoniumbauch umschliesst mit seiner Wand eine grosse rundliche, sogenannte Centralzelle, deren Plasma aus seinem grösseren unteren Theile das sich abrundende und (wenigstens in gewissen Fällen) mit Empfängnissfleck versehene Ei bildet. Der Archegoniumhals besteht aus einer von 5—6 Zellenreihen gebildeten Wand und einer axilen Reihe von Canalzellen. Letztere werden mit eintretender Reife des Archegoniums gelöst: ihre Membranen quellen und die dadurch entstehende, gegen den Halsscheitel drängende und diesen öffnende Schleimmasse erfüllt Mündung und Canal des Halses, den an die Archegonien gelangenden Spermatozoiden den Weg zur Eizelle abwärts ermöglichend (Fig. 130 *C*).

510. Das in Folge der Befruchtung sich mit Membran umhüllende Ei verwandelt sich durch eine Reihe zum Theil sehr gesetzmässiger Theilungen in einen vielzelligen Gewebekörper. Dieser ist das Sporogonium (Mooskapsel, Moosfrucht): die zweite, ungeschlechtliche Generation, welche von Seiten der Geschlechtspflanze ernährt wird und dabei wenigstens in den ersten Lebensstadien, oft jedoch bis kurz vor der Reife im noch wachsenden und von jetzt an als Calyptra (Mütze) bezeichneten Archegoniumbauche eingeschlossen bleibt. In der Regel differenzirt sich das Sporogonium in einen oberen, die Sporen entwickelnden Theil, die Kapsel, und in einen unteren sterilen, den Fuss, respective Stiel. In der Kapsel werden die

Sporen entweder im ganzen Innenraume (Fig. 131 *D*, *sp*) oder in einem besonderen glocken- (Fig. 140 *sp*) oder tonnenförmigen (Fig. 145 *sp*), als Sporensack bezeichneten Gewebetheile erzeugt. Der Plasmakörper der schon vorher isolirten Sporenmutterzellen theilt sich dabei in vier tetraëdrisch gelagerte Portionen, von denen jede nach Umhüllung mit einer Membran die junge Spore darstellt. Letztere wird dadurch frei, dass die bereits bei der Isolirung gallertartig gequollenen Membranen der Mutterzellen völlig resorbirt werden, während sich die Sporenhaut in Endo- und Exosporium (§ 439) differenzirt, von denen ersteres bei der Keimung zum Vorkeim auswächst. Die Entleerung des reifen Sporogoniums findet in für die einzelnen Ordnungen charakteristisch verschiedener Weise statt.

Fig. 122.



511. Die Moose werden gewöhnlich in zwei Classen getheilt:

Hepaticae (Lebermoose). Vorkeim meist klein und kurzlebig. Pflanze ein gabelig verzweigter Thallus oder ein 2—3reihig beblättertes Stämmchen, fast stets kriechend und mehr oder minder entschieden dorsiventral gebaut. Sporogonium erst kurz vor der Reife die Calyptra an ihrem Scheitel durchstossend, sich meist mit Zähnen oder Klappen öffnend, sein gesammtes Innengewebe die Sporen oder neben denselben gewöhnlich noch sterile Zellen (Elateren) liefernd, selten eine centrale säulenförmige Gewebemasse (Columella) von der Sporenentwickelung ausgeschlossen bleibend.

Musci (Laubmoose). Vorkeim meist kräftig entwickelt und langlebig, gewöhnlich confervenartig. Pflänzchen stets mit zwei bis vielreihig beblättertem, in der Regel nicht bilateralem Stämmchen. Sporogonium schon sehr früh das am Grunde quer abreissende Archegonium als den Scheitel der Kapsel bedeckende Haube emporhebend, seine gewöhnlich durch einen Deckel sich öffnende Kapsel in Wand, Columella und Sporensack differenzirt und letzterer nur Sporen (keine sterilen Zellen) erzeugend.

III. Classe. Hepaticae. Lebermoose.

512. Der vegetative Körper der Lebermoose ist bei den meisten Gattungen ein kriechendes, breites, plattes oder gekräuseltes, wiederholt gabelig verzweigtes Laub (Fig. 123, 127, 129 *A*), das auf seiner Unterseite einzellige, schlauchförmige Rhizoiden entwickelt. Als völlig blattloser Thallus tritt es bei Anthoceros (Fig. 123), Aneura, Pellia und Metzgeria auf, während bei den Riccieen und Marchantieen auf der Unterseite hinter dem fortwachsenden Scheitel blattähnliche, aus nur einer Zellschicht bestehende Schuppen

Fig. 122. Riccia ciliata Hoffm. Verticaler Längsschnitt der Scheitelregion eines Sprosses. *s* Terminale Randzelle. *b'*—*b''''* Blattschuppen. *a'* und *a''* Zwei verschieden alte Archegonien. Nach Kny; Vergr. 440.

(Ventralschuppen) gebildet werden (Fig. 122, $b' - b'''$). Blasia besitzt an ihrem breiten, bandförmigen Stengel ausser auf der Unterseite stehenden schuppenförmigen Amphigastrien auf dessen Flanken bereits grössere Blätter; indessen sind letztere der Längsaxe des Stengels parallel eingefügt, erscheinen dem Unkundigen daher mehr als Lappen des letzteren, denn als Blattorgane. Erst bei Fossombronia sind die Blätter an den Seiten des nur wenig verbreiterten, aber oberseits flachen Stengels schräg inserirt. Dieser früher als laubige (frondose oder thallose) Lebermoose bezeichneten Formenreihe stehen die typisch beblätterten (foliosen) Jungermanniaceen gegenüber, welche ein fadenförmiges Stämmchen besitzen und an diesem drei Reihen von quer oder schief inserirten Blättern tragen. Zwei Reihen derselben sitzen auf den beiden Flanken des Stengels; sie sind die bald einfachen, bald gelappten, stets nur von einer einzigen Zellenlage ohne Mittelnerv gebildeten sogenannten Oberblätter (Fig. 124 *A*). Diese haben eine durch das ungleich starke Längenwachsthum der Bauch- und Rückenseite des Stämmchens bedingte zweifache Lage oder Deckung. Entweder deckt (bei stärkerem Wachsthum der Rückenseite des Stämmchens) das nächst hintere Blatt mit seinem Vorderrande den Hinterrand des nächst vorderen Blattes von oben her zu (oberschlächtige Blätter; Fig. 124 *A*) und die Sprossspitze ist zugleich abwärts gekrümmt; oder es wird (in Folge stärkeren Wachsthums der Stamm-Bauchseite) der Vorderrand eines hinteren Blattes von oben her durch den Hinterrand des nächst vorderen Blattes gedeckt (unterschlächtige Blätter; Fig. 124 *B*, von unten gesehen) und die Sprossspitze ist zugleich aufwärts gebogen. Die dritte, auf der Bauchseite des Stengels befindliche Blattreihe wird von den Unterblättern oder Amphigastrien gebildet, welche stets kleiner als die Oberblätter, schuppenförmig, meist mehr oder weniger gelappt und oft auch rudimentär sind, bei manchen Formen garnicht ausgebildet werden (Fig. 124 *B*). Ueber die Oelkörper der Lebermoose vgl. § 102.

Fig. 124.

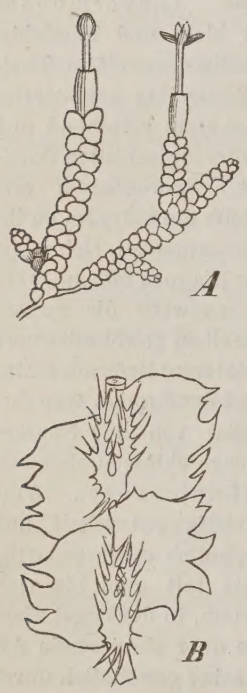
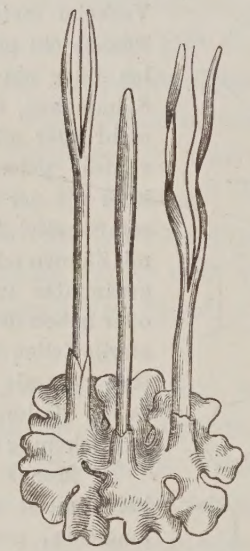


Fig. 123.



513. Das Wachsthum der laubigen Lebermoose findet entweder mittels verschieden gestalteter Scheitelzelle (Metzgeria, Blasia) oder einer Reihe gleichwerthiger Randzellen (Scheitelkante bei Marchantia, Riccia; Fig. 122, in der bei *s* eine dieser Zellen sichtbar) statt. Die Vegetationspunkte liegen

Fig. 123. Anthoceros laevis L. Pflanze mit drei Früchten. Doppelte Grösse.
Fig. 124. A Radula complanata Dum. Pflanze mit geschlossenem und geöffnetem Sporogonium. — B Jungermannia barbata Schrad. Stück des Stengels von der Unterseite gesehen, um die gespaltenen und wimperig gezähnten Amphigastrien zu zeigen. Vergrössert.

in Einbuchtungen der Laublappen und werden durch die Ventralschuppen oder, wo diese fehlen, gewöhnlich durch die Schleimabsonderungen kurzer, keulenförmiger Haare geschützt (so bei Pellia, Aneura etc.). Bei den beblätterten Jungermanniaceen besitzt der von den jüngeren Blättern überdeckte Vegetationskegel immer eine tetraëdrische Scheitelzelle, deren eine Seitenfläche stets dem Substrate zugekehrt ist. Ist diese Scheitelzelle im Grundrisse gleichseitig, so sprossen aus ihren bauchständigen Segmenten normal ausgebildete Unterblätter hervor; bildet ihr Grundriss dagegen ein gleichschenkeliges Dreieck mit kürzerer Bauchseite, so werden die Unterblätter um so rudimentärer ausgebildet, je schmäler diese Seite ist, bis sie endlich garnicht mehr zur Entwickelung kommen. Aus dem äusseren Theile der seitenständigen, auf dem Rücken zusammenstossenden Segmente gehen die Oberblätter hervor.

514. Die Verzweigung der Lebermoose ist eine dichotome (manche laubige Formen) oder monopodiale. Letztere (namentlich bei den beblätterten Jungermanniaceen genauer untersucht) ist entweder Endverzweigung

Fig. 125.

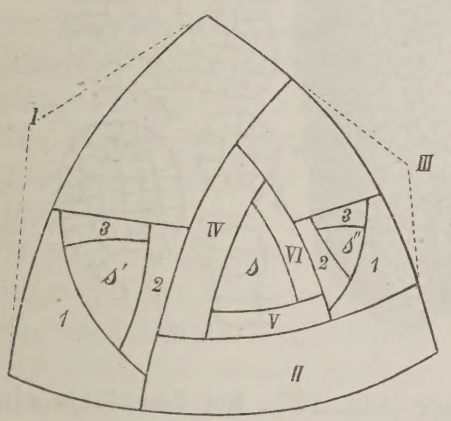
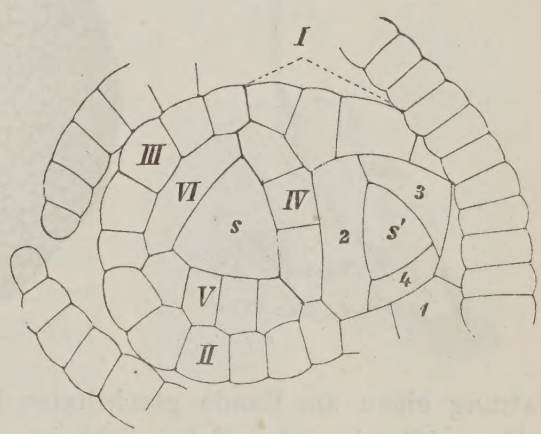


Fig. 126.



oder intercalare Sprossbildung. Bei der Endverzweigung wird ein seitenständiges Segment durch eine Längswand in eine bauch- und rückensichtige Hälfte zerlegt und in ersterer die Scheitelzelle des Zweiges durch drei unter den entsprechenden Winkeln zusammenstossende Wände ausgeschnitten (Fig. 125, 126 und deren Erklärung). Die intercalare Verzweigung kann eine normal acropetale, an morphologisch bestimmten Stellen der Bauchseite des Stämmchens erfolgende, oder eine adventive, in beiden Fällen ausserdem eine endogene (Lepidozia, Mastigobryum) oder exogene sein.

515. Die ungeschlechtliche Vermehrung findet bei zahlreichen Lebermoosen in ergiebiger Weise durch Brutknospen (Brutkörner) statt. Bei Aneura entstehen diese aus gewöhnlichen Rand- und Oberflächenzellen des

Fig. 125. Schematische Darstellung (Scheitelansicht) der Verzweigung bei Jungermanniaceen, deren Seitensprosse an Stelle des Unterlappens der Oberblätter auftreten. Nach Leitgeb. — **Fig. 126.** Mastigobryum trilobatum. Eine Sprossspitze in der Scheitelansicht. *s* Scheitelzelle des Hauptsprosses, deren Segmente nach der Altersfolge mit I—VI bezichnet sind. *s'* in dem Segmente I entstandene Scheitelzelle des Gabelzweiges, welche bereits die Segmente 1—4 gebildet hat. Nach Leitgeb; Vergr. 350.

Laubes, welche sich aus dem Verbande loslösen, abrunden, einmal theilen und wie die Sporen keimen. Unter den beblätterten Jungermanniaceen wandeln sich bei Radula complanata einzelne Randzellen der Blätter in vielzellige Zellenscheiben um, die sich nach ihrer Abtrennung ganz wie die Keimscheiben der Sporen (§ 521) verhalten. Bei der Mehrzahl der hierher gehörigen Formen treten jedoch die (meist 2zelligen) Brutkörner als hefeartige Sprossungen (§ 115) aus Rand- und Flächenzellen der jüngeren Blätter hervor, die dabei oft ganz von diesen Bildungen bedeckt werden und in demselben Maasse mehr und mehr rudimentär bleiben, so dass die Brutkörnermassen gewöhnlich ein Köpfchen am Stengelende bilden. Marchantia und Lunularia entwickeln ihre grossen, vielzelligen Brutkörner (Fig. 128 *e*) im Grunde eigener, auf der Lauboberfläche sitzender Behälter, die bei ersterer

Fig. 127.

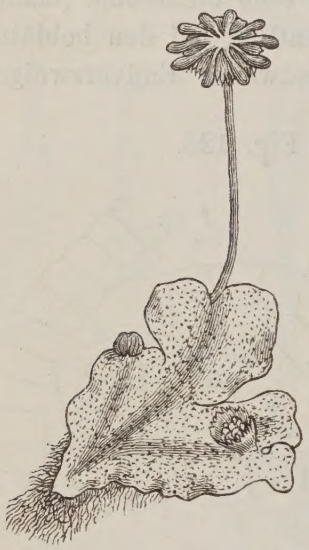
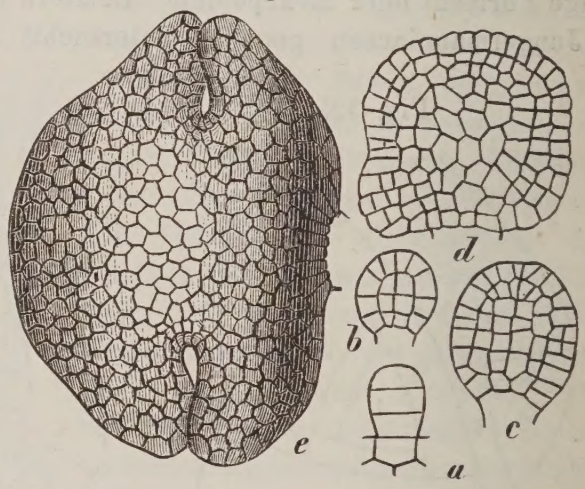


Fig. 128.



Gattung einen am Rande geschlitzten Becher (Fig. 127), bei Lunularia ein halbmondförmig umrandetes Grübchen bilden. Sie treten hier als kleine Zellpapillen auf, die durch Querwand von ihrer Mutterzelle abgegliedert werden und dann durch eine zweite Querwand in einen kurz bleibenden einzelligen Stiel und die Mutterzelle der Brutknospe zerfallen. Letztere wird durch weitere Quer- und Längstheilungen (Fig. 128 *a*—*d*) allmählich zu einem bilateralen, im Querschnitte linsenförmigen Zellenkörper, der bald rechts und links je zwei Lappen und zwischen diesen in einer tiefer werdenden Einbuchtung die Vegetationspunkte des künftigen Pflänzchens bildet. Schleimabsondernde Papillen im Grunde der Brutbecher schützen die junge Brutknospe und fördern die Ausstreuung der reifen, sich leicht vom Stiele lösenden. Gelangen Brutknospen auf feuchte Erde, so entwickeln sie auf der dieser zugekehrten Fläche Rhizoiden, während die dem Lichte zugewendete Fläche zur Oberseite des jungen Laubes wird, das nun von den Einbuchtungen aus in Folge lebhafter Zelltheilung sein Wachsthum beginnt.

Fig. 127. Marchantia polymorpha. Stück einer weiblichen Pflanze mit einem sehr jungen und alten Receptaculum und Brutbecher. Natürliche Grösse.

Fig. 128. Lunularia vulgaris. Entwickelung der Brutknospen. Vergr. *a* — *d* = 240, *e* = 80.

516. Der Geschlechtervertheilung nach sind die Lebermoose monöcisch oder diöcisch. Die Antheridien sind im Allgemeinen kugelige bis ellipsoidische, kürzer oder länger gestielte Körper, von dem im § 508 angegebenen Baue. Sie werden bei den laubigen Formen auf der Oberseite gewöhnlicher Sprosse entwickelt oder von verschieden gestalteten metamorphosirten Sprossen getragen (Fig. 129 *A*). Bei den beblätterten Jungermannieen stehen sie in den Achseln von Oberblättern, die dann nicht selten abweichend von den übrigen gestaltet sind. Nur die Anthoceroten legen ihre Antheridien endogen an, so dass dieselben im Grunde einer Höhlung stehen, die sich durch blasiges Abheben der an dieser Stelle zweischichtig werdenden, zuletzt aufreissenden Epidermis bildet. Bei allen übrigen Lebermoosen entwickeln sich die Antheridien aus je einer oberflächlich gelegenen Zelle, werden jedoch bei den laubigen Formen gewöhnlich durch stärkeres Wachsthum des benachbarten Gewebes überwallt und kommen somit in Höhlungen zu stehen, die mit einem canalartigen Gange nach aussen münden (Fig. 129 *B—D*). Die Anlage ist überall die gleiche. Eine Zelle wölbt sich als Papille vor; letztere gliedert sich durch Querwand ab (Fig. 129 *B*, *a*) und theilt sich durch noch eine Querwand in die Mutterzelle des Stieles und des eigentlichen Antheridiums. Während die Stielzelle unter weiteren Theilungen zum kürzeren (Marchantia) oder längeren (Jungermannia hyalina), ein- oder mehrreihigen Stiele heranwächst, theilt sich die Mutterzelle des Antheridiums bei Marchantia zunächst durch 2 Querwände (Fig. 129 *B*), dann jede Etage durch sich kreuzende Längswände in Scheibenquadranten und diese durch Tangentialwände in je eine Innen- und Aussenzelle (Fig. 129 *D*). Die Aussenzellen werden unter weiteren Radialtheilungen zur einschichtig bleibenden Wand des Antheridiums; die Innenzellen wandeln sich durch nach den drei Raumrichtungen wechselnde Wände in das kleinzellige, plasmareiche Mutterzellgewebe der Spermatozoiden um (Fig. 129 *E*, *F*), dessen Entleerung in der im § 508 an-

Fig. 129.

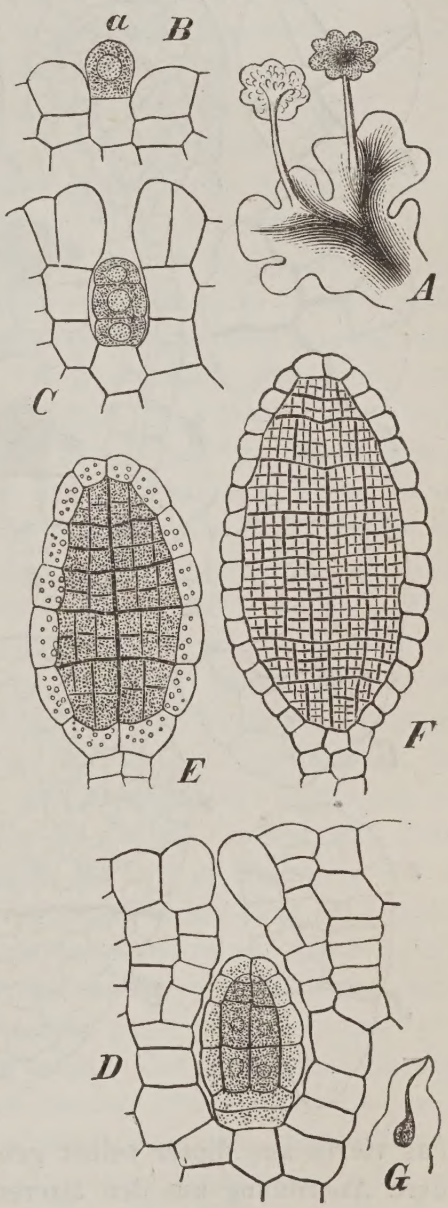
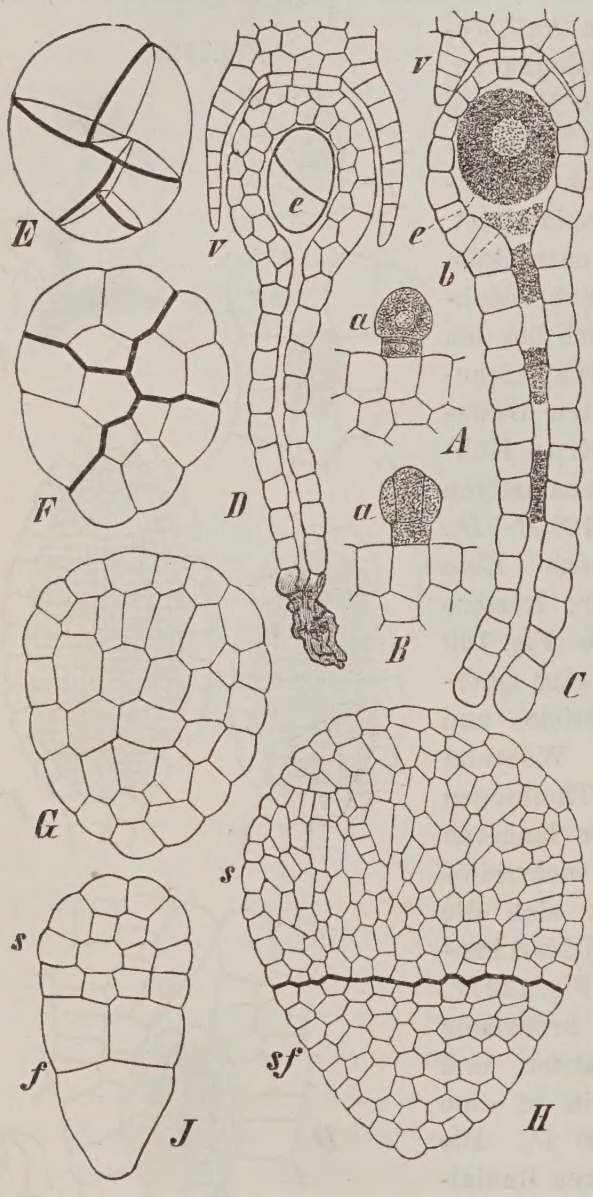


Fig. 129. Marchantia polymorpha, Antheridien. A Stück der Pflanze mit zwei männlichen Sprossen, natürl. Grösse. B Erste Entwickelungsstufe des Antheridiums, C und D etwas ältere Antheridien. E Halbreifes und F fast reifes Antheridium. G Spermatozoid. Vergr. von B — E und G = 500, F = 240. B—D nach Strasburger.

gegebenen Weise erfolgt. Bei anderen Lebermoosen ist die Theilungsfolge im Antheridium abweichend, führt jedoch im Wesentlichen zum gleichen Zellenaufbau.

517. Die Archegonien sitzen bei den frondosen Lebermoosen gleichfalls auf der Rückenseite gewöhnlicher (Fig. 122) oder auf der Unterseite metamorphosirter Sprosse (Fig. 127), einzeln in Höhlungen des Laubes eingesenkt oder von einer besonderen Thalluswucherung (Perianthium, Hülle) eingeschlossen, die sich schon vor oder erst nach der Befruchtung bildet (Fig. 130 *C* u. *D*, *v*). Die beblätterten Lebermoose tragen die Archegonien auf dem Gipfel der Zweige, oft auf besonderen kleinen Aesten, die sich in der Familie der Geocalyceen sogar in einen krugförmigen Archegonienbehälter umwandeln. Sonst wird hier eine die Archegonien schützende Hülle durch die benachbarten Blätter gebildet: das sogenannte Perichaetium, zu welchem sich gewöhnlich auch noch ein Perianthium gesellt. Wird nur ein Archegonium angelegt (Lejeunia u. A.), so geht dieses aus der sich papillenartig vorwölbenden Scheitelzelle hervor (vergl. Fig. 134 A). Bei mehreren Archegonien entsteht das erste meistens aus dem drittjüngsten Segmente, die beiden folgenden werden aus dem zweiten und ersten Segmente der Scheitelzelle, das vierte aus dieser selbst gebildet; weitere entwickeln sich ohne besondere Anordnung aus den älteren Segmenten des Vegetationskegels.

Fig. 130.



518. Bezüglich der Anlage des Archegoniums machen die Anthoceroten

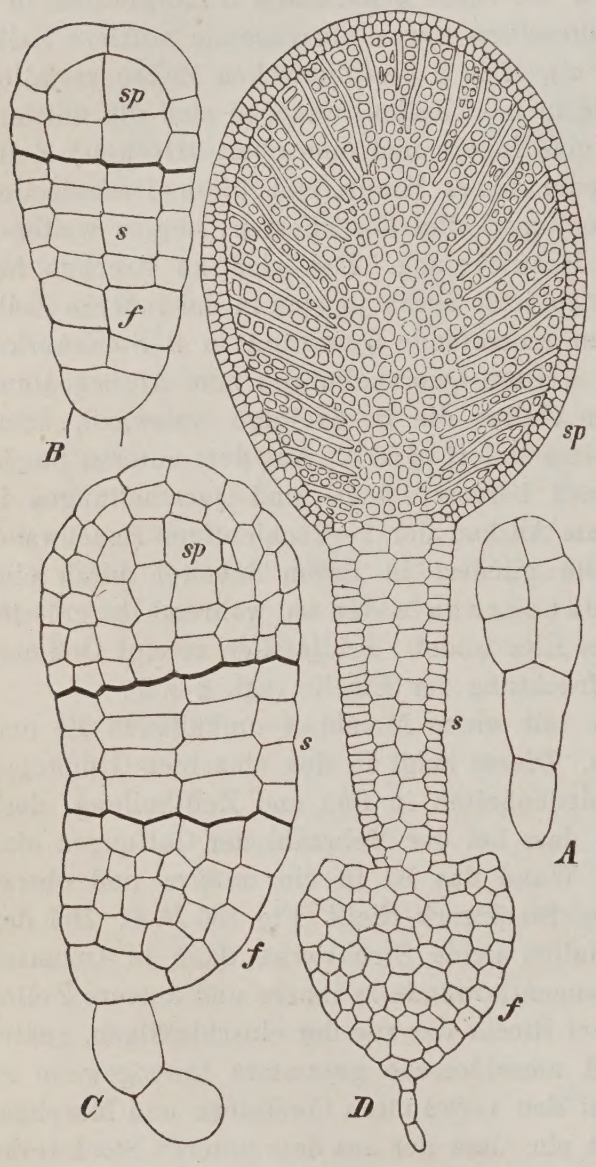
Fig. 130. Marchantia polymorpha. A und B Erste Entwickelungsstufen des Archegoniums. C Reifes, eben geöffnetes Archegonium. D Archegonium mit zweizelligem Embryo. E — H Entwickelung des Sporogoniums. J Embryo von Pellia epiphylla. *v* Perianthium, *e* Embryo, resp. Ei, *b* Plasma der Bauchcanalzelle. *f* Fuss, *sf* Stiel, *s* Kapsel. Vergr. von A und B = 350, C und D = 250, E—G = 346, H = 266, J = 166. Fig. A und B nach Strasburger, E—J nach Kienitz-Gerloff. A—D und F—J im optischen Längsschnitte.

wieder eine Ausnahme, indem bei ihnen die Archegonium-Mutterzelle nicht über den Thallus vortritt, letzterer daher auch seitlich mit dem Archegonium im Gewebeverbande bleibt. Jedoch stimmen seine Theilungen mit den bei den übrigen Lebermoosen stattfindenden völlig überein. Nachdem bei letzteren die Mutterzelle des Archegoniums sich vorgewölbt und mittels Querwand abgegrenzt hat, wird meist durch noch eine Querwand ein kurz bleibender, weiterhin mehrzellig werdender Archegoniumstiel abgegliedert (Fig. 130) und nun in allen Fällen die obere Zelle durch 3 Längswände in 3 peripherische Zellen und eine dieselben etwas überragende mittlere Zelle getheilt (Fig. 130 *B*, *a*; Fig. 122 *a'*). Die 3 peripherischen Zellen zerfallen darauf durch radiale Längswände in 5—6 Zellen, während sich die mittlere Zelle durch eine Querwand in eine innere und eine obere (Deckel-) Zelle theilt. Letztere theilt sich wieder übers Kreuz und diese Deckelzellen nehmen, indem sie den Archegoniumscheitel abschliessen, keinen weiteren Antheil an der nun folgenden Entwickelung. Das sich zu strecken beginnende Archegonium gliedert sich jetzt durch je eine in der inneren Zelle wie in den peripherischen Zellen auftretende Querwand in 2 Stockwerke. Das obere derselben wird durch weitere Quertheilungen zum Archegoniumhalse, indem die peripherischen Zellen die 5—6reihige Halswand, seine innere Zelle die Halscanalzellen liefert (§ 509). Aus dem unteren Stockwerke geht der Archegoniumbauch hervor: Längs- und Quertheilungen in seinen äusseren Zellen führen zum Ausbau der 1—2schichtigen Bauchwand, und die anschwellende Innenzelle gliedert in ihrem Scheitel durch eine Querwand noch eine sogenannte Bauchcanalzelle ab, während ihr grösster unterer Theil die Mutterzelle des Eies bildet. Schliesslich erfolgt Oeffnung des Archegons und eventuell Befruchtung der Eizelle (vgl. § 509).

519. Das befruchtete, sich mit einer Membran umhüllende Ei entwickelt sich zum Sporogonium. Dieses zeigt in den einzelnen Ordnungen und Familien mancherlei Verschiedenheiten in Bau und Zelltheilung, doch lässt sich im Allgemeinen sagen, dass bei der Mehrzahl der Gattungen eine horizontale oder etwas schräge Wand das Ei in ein unteres und oberes (dem Archegonhalse zugewendetes) Stockwerk theilt (Fig. 130 *D*, *e*). Bei den Riccieen und Marchantieen zerfallen beide Stockwerke dann in Octanten (Fig. 130 *E*) und darauf durch Tangentialwände in innere und äussere Zellen (Fig. 130 *F*, *G*). Während aber bei Riccia das von der einschichtigen, später wieder resorbirten Sporogonwand umschlossene gesammte Innengewebe zu Sporenmutterzellen wird, tritt bei den verwandten Corsinieen und Marchantieen eine Differenzirung der Art ein, dass der aus dem unteren Stockwerke des zweizelligen Sporogons hervorgehende Zellenkörper zum „Sporogonfusse“ resp. Stiele wird (Fig. 130 *H*, *sf*), aus dem oberen Stockwerke allein sich die sporenbildende Kapsel mit ihrer ein- oder mehrschichtigen Wand und dem Sporen und zugleich sterile Zellen (Corsinia) oder meist Elateren bildenden Innengewebe entwickelt. In der Ordnung der Jungermanniaceen wird die unterste, ungetheilt bleibende oder sich noch einige Male theilende Zelle zu einem Anhängsel des Sporogoniums (Fig. 130 *J*; 131 *A*, *C*, *D*). Das obere Stockwerk dagegen zerfällt in eine Anzahl Querscheiben aus je 4 Quadrantenzellen, während der Scheitel von 4 Kugeloctanten gebildet wird

(Fig. 131 *A*). Die Kapsel geht aus letzteren allein hervor (Pellia, Lejeunia, Frullania), oder es betheiligen sich am Aufbau derselben auch noch die nächst angrenzenden Zellenscheiben, wobei in allen Fällen Tangentialwände die Kapselwand von dem Muttergewebe der Sporen und Elateren absondern (Fig. 131 *B—D*, *sp*). Aus den unter der Sporenkapsel liegenden Zellenscheiben entwickelt sich der Kapselstiel (Fig. 131 *B—D*, *s*), dessen unterer Theil oft zu einem verschieden gestalteten Fusse anschwillt (Fig. 131 *B—D*, *f*). Bei Anthoceros endlich bleibt in der schotenförmigen, stiellosen, einem kuchenförmigen Fusse aufsitzenden Kapsel ein centraler, säulenförmiger Zellenstrang, die sogenannte Columella, steril, und Sporen sammt sterilen Zellen oder Elateren bilden sich nur in der glockenförmigen, zwischen Columella und Kapselwand liegenden Gewebeschicht. Die Gattung leitet daher in dieser Beziehung zu den Laubmoosen hinüber. — Die für die Mehrzahl der Lebermoose charakteristischen Elateren sind meist spindelförmige oder cylindrische Zellen mit spiralig verdickter Wand. Ihre Lage in der reifen Kapsel ist verschieden, ihre Entstehung so, dass die für sie bestimmten Zellen des jungen Sporogons ihre Quertheilungen einstellen und sich strecken, während die zwischen den Elateren gelegenen Sporenmutterzellen fortfahren, sich zu theilen (Fig. 131 *D*).

Fig. 131.



520. Während der Ausbildung des Sporogoniums drängt sich die Stielbasis derselben oft mehr oder weniger in das unter ihr gelegene Gewebe ein. Der Archegoniumbauch wächst unter Theilung seiner Zellen weiter und umschliesst als Calyptra das Sporogon, seinerseits häufig wieder vom Perianthium eingehüllt; der Archegonhals verschrumpft. Durch die erst zur Zeit der Sporenreife stattfindende Streckung des Stieles wird die Kapsel emporge-

Fig. 131. Jungermannia bicuspidata. Sporogonium in verschiedenen Entwickelungsstadien. *f* Fuss, *s* Stiel, *sp* Kapsel. Nach Kienitz-Gerloff. Vergr. A—C 200, D 80; alle Figuren im Längsschnitte.

hoben, indem sie dabei Calyptra und Perianthium durchstösst, beide als Scheiden am Grunde zurücklassend. Bei Anthoceros wird das Vortreten des stiellosen Sporogons durch das lange andauernde basale Wachsthum desselben bewerkstelligt, bei Riccia bleibt es völlig im Laube sitzen. Bei letzterer Gattung werden die Sporen auch durch Auflösung der Sporogonwand und Zerstörung des Laubes frei; sonst öffnet sich das Sporogonium unregelmässig oder mit Zähnen oder Deckel auf dem Scheitel, oder es springt mit 2 oder 4 Klappen vom Scheitel her auf. Das Ausstreuen der Sporen wird durch die hygroskopischen Elateren erleichtert.

521. Die Entwickelung der Sporen zum Vorkeim beginnt bei einigen Lebermoosen schon innerhalb der noch geschlossenen Sporenhaut, indem sich die vom Endospor gebildete Zelle in einen kleinen Zellenkörper umwandelt (Frullania, Radula). Bei Pellia und in vielen Fällen auch bei Fegatella ist die Spore sogar schon beim Verlassen des Sporogons mehrzellig. Das junge Pflänzchen entsteht dann in der Weise, das sich eine der Randzellen eines solchen kleinen Vorkeimes durch die entsprechenden Theilungen zum Vegetationspunkt des ersteren gestaltet. Andere Gattungen lassen dagegen das Endosporium zu einem schlauchförmigen Vorkeime auswachsen, der an seinem Ende einen kleinen, das Pflänzchen producirenden Zellenkörper, die Keimscheibe entwickelt (Riccia, Marchantia), oder der zu einem durch Querwände gegliederten, einfachen oder zuweilen verzweigten Faden weiter wächst und in seiner Endzelle durch entsprechend geneigte Wände die Scheitelzelle des Pflänzchens anlegt (Chiloscyphus, Lophocolea). Letzteres entwickelt dann bei den beblätterten Formen zunächst nur Oberblätter (die ersten derselben sogar rudimentär), erst später auch Amphigastrien.

522. Die meist gesellig wachsenden, feuchte, schattige Orte liebenden Lebermoose sind mit circa 1300 Arten über die ganze Erde verbreitet. Fossil kennt man 7 Gattungen mit 15 Arten, die sämmtlich dem Tertiär (besonders dem Bernstein) und lauter noch lebenden Gattungen angehören (Jungermannia 7 Arten). Die lebenden Formen gehören 3 auch in Deutschland vertretenen, durch folgende Hauptmerkmale unterschiedenen Ordnungen an:

I. Sporogonium ohne Columella.

A. Sporogonien meist zu mehreren an einem metamorphosirten, aufrechten Sprosse, seltener einzeln frei auf dem Laube oder letzterem eingesenkt, nicht oder nur kurz gestielt, unregelmässig oder mit Zähnen oder Deckel aufspringend oder die Sporen durch frühzeitige Zerstörung der Wand frei werdend: **Marchantiaceae.**

B. Sporogonien einzeln stehend, (meist ziemlich lang) gestielt, bis zum Grunde mit 4 Klappen aufspringend: **Jungermanniaceae.**

II. Sporogonium mit Columella, schotenförmig, 2klappig aufspringend: **Anthoceroteae.**

13. Ordnung. Marchantiaceae.

523. Die Marchantiaceen (vgl. die Hauptcharaktere im § 522) werden neuerdings meist in die drei jedoch durch Uebergangsformen verbundenen Unterordnungen der Riccieae, Corsinieae und Marchantieae gegliedert.

1. Unterordnung. Riccieae. Diese früher als selbständige Ordnung betrachtete Gruppe nimmt die unterste Stufe ein. Ihr Vegetationskörper ist ein flacher, wiederholt gabelig getheilter Thallus, dessen Sprosse mit einer Scheitelkante wachsen. Die Unterseite des Laubes ist selten ohne Ventralschuppen (Riccia crystallina); meist werden solche in einer medianen Reihe entwickelt, doch trennen sie sich (mit Ausnahme von R. fluitans) beim weiteren Wachsthum des Laubes durch Zerreissung in zwei Längsreihen oder sind (bei Ricciocarpus) ganz unregelmässig gestellt. Die Rückenseite des Laubes wird von einer Schicht chlorophyllhaltiger

Zellen gebildet, welche durch Lufthöhlungen unterbrochen ist, die als Einsenkung in der Weise entstehen, dass gewisse Stellen der Lauboberfläche im Wachsthum zurückbleiben und von dem benachbarten Gewebe überwallt werden. Diese Lufträume sind bald nur enge, senkrechte Canäle, bald geräumige, in ihrer ganzen Weite nach aussen mündende (R. crystallina) oder von einer Decke überwölbte Höhlungen (R. fluitans, Ricciocarpus, Oxymitra), welche im letzteren Falle in ihrer Decke wohl auch eine Spaltöffnung zeigen (Ricciocarpus, Oxymitra). Die Geschlechtsorgane stehen vereinzelt, aber dem Laube eingesenkt auf dem Rücken gewöhnlicher Sprosse; nur bei Ricciocarpus sind die Antheridien in Gruppen vereinigt. Das befruchtete Ei wird in seiner Gesammtheit zu der weder Fuss noch Stiel besitzenden und nur Sporen, aber weder sterile Zellen noch Elateren bildenden Kapsel, deren Wand noch vor der Sporenreife resorbirt wird.

Bemerkenswerthe Formen sind: Riccia, mit rosettenförmig ausgebreitetem Laube; Landbewohner (R. glauca, crystallina etc.); Ricciella, mit schmal linealischem, wiederholt gegabeltem, im Wasser untergetauchtem oder auf Schlamm kriechendem Laube (R. fluitans); Ricciocarpus, mit fächerförmigem (halbe Rosetten), schwimmendem oder auf Schlamm wurzelndem Laube (R. natans).

2. Unterordnung. Corsinieae. Sie zeigen den Laubbau der höheren Marchantieen mit confervenartigem Assimilationsgewebe. Ihre Ventralschuppen stimmen bei Corsinia mit denen von Ricciocarpus, bei Boschia mit denen der Marchantieen überein. Die Geschlechtsorgane stehen gruppenweise in grubigen Vertiefungen der Lauboberseite. Das Sporogon besitzt einen Stiel; seine Kapselwand bleibt erhalten und zwischen den Sporen finden sich sterile Zellen, die sich bei Boschia zu charakteristisch verdickten Elateren ausbilden.

524. **3. Unterordnung. Marchantieae.** Die Mitglieder dieser Gruppe tragen auf der Unterseite ihres mit Mittelrippe versehenen Laubes 2 ursprünglich gesondert angelegte Reihen von Ventralschuppen. Ein Theil ihrer Rhizoiden ist glattwandig, andere Rhizoiden sind durch zapfenartige Verdickungen der inneren Wandfläche ausgezeichnet. Die Rückenseite des Laubes führt Luftkammern, die wie bei den Ricciеen entstehen, aber stets geräumig sind und in ihrer Decke eine Spaltöffnung führen. Letztere wird entweder von mehreren in einer Ebene concentrisch liegenden Zellenringen (Lunularia, Fegatella) oder von einem aus mehreren Stockwerken bestehenden tonnenförmigen Zellenmantel umgrenzt (Marchantia, Preissia). Bei den höheren Marchantieen (Marchantia, Preissia) sind die Luftkammern von einem aus confervenartigen, chlorophyllhaltigen Zellenfäden bestehenden Assimilationsgewebe ausgefüllt, das aus dem Boden, manchmal auch aus Seitenwänden und Decke der Kammern hervorsprosst. Das Sporogon bildet neben den Sporen stets Elateren aus. Nach den übrigen Merkmalen lässt sich die Unterordnung in mehrere Familien sondern. Die Familie der Asteroporeae (Sauteria, Clevea) zeichnet sich durch die Sternform der Spaltöffnungen aus, welche durch die starken Verdickungen der Radialwände ihrer Zellen bedingt wird. Die Archegonien werden noch wie bei den Corsinieen angelegt, jedoch auf einer durch Wucherung der Laubrückenseite gebildeten Scheibe emporgehoben. Die Operculatae (Fimbriaria, Grimaldia, Reboulia) charakterisiren sich dadurch, dass der obere Theil des reifen Sporogons als Deckel oder in Form unregelmässiger Platten abgeworfen wird, der untere jedenfalls ganz stehen bleibt. Die Archegonien stehen auf einem Träger, welcher nicht mehr eine Wucherung des Laubrückens, sondern die directe Fortsetzung des Sprossscheitels ist. In der Familie der Compositae (Marchantia, Lunularia, Preissia, vielleicht auch Fegatella) wird der die Archegonien tragende Spross von einem ganzen Verzweigungssysteme gebildet (Fig. 127). Das Sporogonium öffnet sich auf dem Scheitel mit Zähnen oder (bei Lunularia) mit 4 zweitheiligen, bis zum Grunde reichenden Klappen, jedoch sind beiderlei Bildungen nicht auf die primären Längstheilungen des Sporogons zurückführbar, wie bei den Jungermanniaceen. Die Targionieae (Targionia, Cyathodium) endlich legen die Archegonien in acropetaler Folge direct am Scheitel eines gewöhnlichen Sprosses an der mit eintretender Befruchtung sein Wachsthum abschliesst, so dass das Sporogon einzeln am Scheitel steht.

Bemerkenswerthere Formen sind die folgenden. Marchantia: Männlicher Spross gestielt, schildförmig, gelappt; weiblicher gestielt, strahlig. Brutbecher geschlossen, mit gefranstem Rande (Fig. 127, 128). M. polymorpha. — Preissia: Weiblicher Spross halbkugelig, strahlig, gestielt; männnlicher schildförmig, gestielt oder sitzend. P. commutata. — Fegatella: Weiblicher Spross gestielt, kegelförmig; männlicher scheibenförmig, sitzend. F. conica. — Lunularia: Mehrere Sporogonien, von je einer glockig-röhrigen oder blasigen Hülle umschlossen, an der Spitze eines gemeinsamen Stieles. L. vulgaris, in Südeuropa heimisch, ist in Gewächs-

häusern auf Blumentöpfen häufig und von Marchantia leicht durch die halbmondförmigen Brutbecher zu unterscheiden.

14. Ordnung. Jungermanniaceae.

525. Die Mitglieder dieser Ordnung, der artenreichsten der Classe, zeichnen sich durch den bereits im § 512 skizzirten Uebergang von rein thallosen, blattlosen Formen (Metzgeria, Aneura, Pellia) durch solche mit flachem Stengel und abweichender Beblätterung (Blasia) in die typisch dreireihig beblätterten Arten mit 2 Reihen Oberblättern und 1 Reihe (bisweilen fehlender — vgl. § 513) Amphigastrien aus. Sie wachsen mittels Scheitelzelle, die bei den typisch beblätterten Formen die schon im § 513 angegebene Gestalt und Orientirung zeigt. Die Verzweigung der laubigen Arten ist eine gabelige; die beblätterten Jungermanniaceen verzweigen sich meist monopodial und ihre Aeste treten theils als seiten-, theils als bauchständige und im letzteren Falle gewöhnlich endogen auf. Das Sporogonium ist in Kapsel, Stiel und Fuss differenzirt und springt vom Scheitel bis zum Grunde mit 4 (selten mehr) Klappen auf, deren Trennungsstellen den ursprünglichen Scheidewänden der Octantenzellen, resp. der unter diesen liegenden Querscheiben des jungen Embryo entsprechen (vgl. § 519). Nach dem Auftreten der Archegonien lassen sich zwei Unterordnungen unterscheiden.

I. Jungermanniaceae anacrogynae. Die Archegonien (weiblichen Blüthenstände) sind rückenständig; der Sprossscheitel wird zu ihrer Bildung nicht aufgebraucht, sondern setzt sein Wachsthum fort. Die Mehrzahl der Formen bildet die frühere Gruppe der laubigen Lebermoose (J. frondosae) mit Thallus oder thallusartigem Stämmchen.

A. Pflanze ein blattloser Thallus oder ein thallusartiges, bilaterales Stämmchen mit flügelartigen, parallel der Längsaxe inserirten Blättern.

1. Völlig blattloser Thallus mit Mittelrippe; monöcisch oder diöcisch, die Blüthenstände auf der Unterseite der Mittelrippe: Metzgerieae (Metzgeria).
2. Blattloser Thallus ohne Mittelrippe; diöcisch, die Blüthenstände an oder neben dem Laubrande: Aneureae (Aneura).
3. Blattloser Thallus oder thallusartiges Stämmchen, mit oder ohne Mittelrippe; monöcisch oder diöcisch, die Geschlechtsorgane einzeln durch Ueberwallung in die Oberseite des Laubes versenkt: Haplolaeneae (Pellia, Blasia).
4. Blattloser Thallus; diöcisch, die Blüthenstände auf der Mittelrippe der Laubobersseite, die Antheridien von schuppenartigen Auswüchsen der Mittelrippe, die Archegonien von einer doppelten, röhrigen Hülle umgeben: Diplomitrieae (Mörkia, Blyttia).

B. Pflanze ein wenig verflachter, kriechender, bilateraler Stengel mit zwei Reihen schief inserirter Oberblätter. Hülle der Archegonien glockenförmig: Codonieae (Fossombronia).

C. Pflanze ein aufrechtes, nicht bilaterales Stämmchen mit gleich grossen, fast dreireihigen Blättern: Haplomitrieae (Haplomitrium).

II. Jungermanniaceae acrogynae (J. foliosae). Die weiblichen Blüthenstände beschliessen das Wachsthum des Sprosses, indem die Scheitelzelle selbst gewöhnlich ein Archegonium producirt. Stämmchen bilateral, mit zwei Reihen grösserer Oberblätter und auf der Bauchseite stehenden kleineren oder ganz fehlenden Unterblättern (Amphigastrien).

A. Blätter oberschlächtig. Weibliche Blüthen frei auf der Spitze ihres Sprosses.

1. Kapsel zart, nur bis zur Mitte oder etwas unter die Mitte vierklappig. Elateren einspirig (d. h. mit nur einer Spiralfaser): Jubuleae (Lejeunia, Frullania).
2. Kapsel lederartig, bis zur Basis vierklappig, selten (Madotheca) nur bis zur Mitte. Elateren zweispirig.
   a. Stengel ohne Ausläufer.
      0 Alle Blätter ganzrandig, mit grossem Ober- und kleinem Unterlappen: Platyphylleae (Radula, Madotheca).

00 Alle Blätter handförmig getheilt, ringsum in einfache oder ästige, gegliederte, haarartige Wimpern aufgelöst: Ptilidieae (Trichocolea, Ptilidium).

b. Stengel mit peitschenförmigen, kleinblätterigen Ausläufern. Blätter handförmig getheilt oder 3—4zähnig: Lepidozieae (Lepidozia, Mastigobryum).

B. Blätter ober- oder unterschlächtig. Sporogonium dem krug- oder flaschenförmig erweiterten Ende eines unterirdischen, fleischigen, sackartigen Sprosses eingesenkt: Geocalyceae (Geocalix, Calypogeia).

C. Blätter unterschlächtig. Weiblicher Blüthenstand frei auf dem Sprossgipfel.

1. Perianthium vorhanden, meist von einem Perichaetium umgeben und dieses überragend: Jungermannieae (Jungermannia, Lophocolea, Scapania, Plagiochila).
2. Perianthium fehlend oder wenig entwickelt und mit dem Perichaetium verwachsen: Gymnomitrieae (Gymnomitrium, Sarcosyphus, Alicularia).

15. Ordnung. Anthoceroteae.

526. Das völlig blattlose, flache Laub (Fig. 123) wächst mittels Scheitelkante, entwickelt keine eigentliche Epidermis, auf der Unterseite jedoch spaltöffnungsartige, mit Schleim ausgefüllte „Schleimspalten", in die häufig Nostoc-Colonien (§ 365) einwandern. Alle Arten sind monöcisch. Bei Anthoceros sind die Antheridien durch ihre endogene Entwickelung (§ 516), die Archegonien durch die allseitige Verwachsung mit dem Thallus ausgezeichnet (§ 517). Der kuchenförmige Fuss des stiellosen, durch lange andauerndes basales Wachsthum ausgezeichneten Sporogoniums sendet Schläuche ins benachbarte Laubgewebe. Das Sporogonium selbst besitzt eine 4—5schichtige Wand und eine centrale Columella (§ 519) und differenzirt in einer die letztere glockenförmig umhüllenden Gewebeschicht ausser den Sporen ein zusammenhängendes Netzwerk steriler Zellen. Bei der Reife öffnet sich das schotenförmige Sporogon mit 2 Klappen, zwischen denen die Columella stehen bleibt (Fig. 123). Als Anthocerites abgezweigte Arten von Anthoceros zeichnen sich unter Anderem durch spiralig verdickte, aus einer Reihe von Zellen zusammengesetzte Elateren aus, und diesen schliesst sich Dendroceros im Bau des Sporogons an. Notothylas endlich besitzt bald eine Columella, bald sind die Kapseln ohne solche, und die letzteren Formen dürften sich verwandtschaftlich den Jungermanniaceen, speciell den Riellen, anreihen lassen.

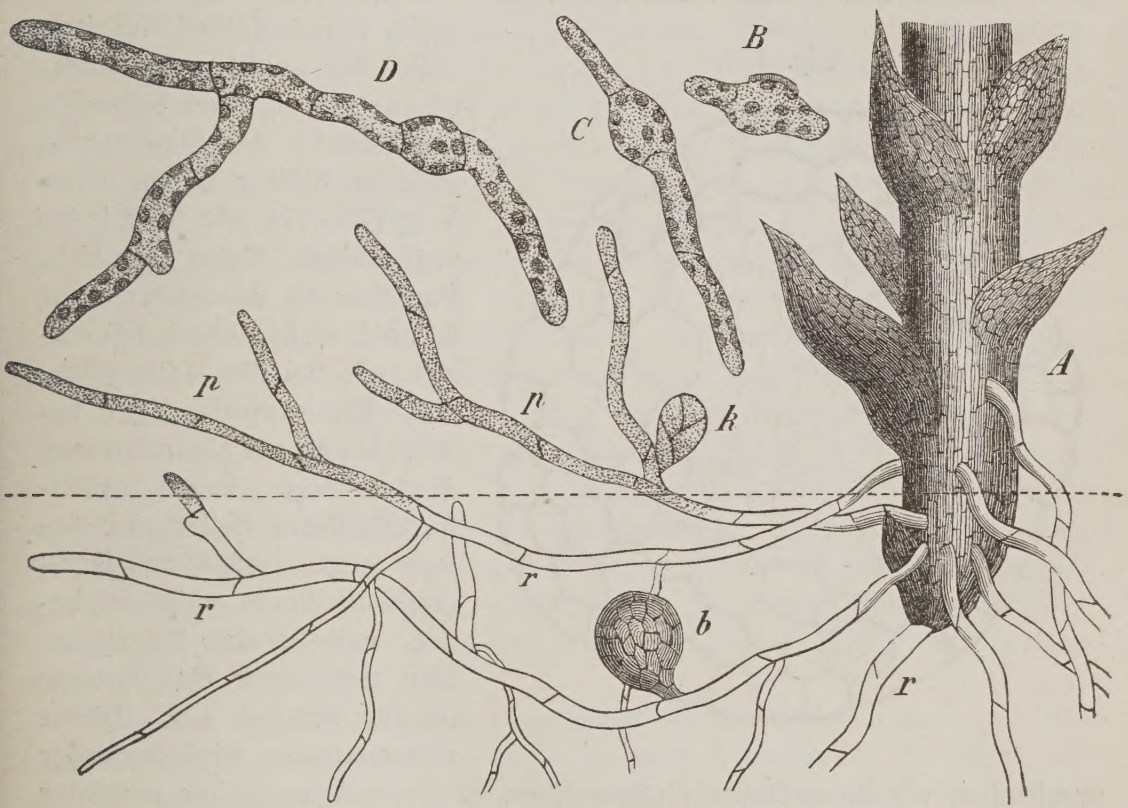
Bei uns Anthoceros mit 2 Arten auf Lehmboden, Haiden etc. A. laevis: Laub glatt, ohne Lufthöhlen; Sporen gelb, warzig. A. punctatus: Laub mit Lufthöhlen, etwas uneben; Sporen schwarz, stachelig.

IV. Classe. Musci. Laubmoose.

527. Die Sporen der Laubmoose besitzen eine in Endo- und Exosporium geschichtete Zellhaut. Bei der Keimung tritt gelegentlich die erste Wand schon in der noch geschlossenen Spore auf (Hypnum, Mnium, Bartramia) und bei den Andreaeaceen theilt sich der Inhalt der Spore ähnlich wie bei einigen Lebermoosen (§ 521) in einen wenigzelligen Gewebekörper, von dem schliesslich eine oder mehrere der peripherischen Zellen zum eigentlichen Vorkeime (Protonema) auswachsen. Bei der Mehrzahl der Laubmoose wird das Exospor von dem sich dehnenden Endospor gesprengt und letzteres tritt auf einer oder zwei Seiten in Form einer sich rasch zum cylindrischen Schlauche verlängernden Papille heraus. Eine Querwand gliedert von derselben die Scheitelzelle des Vorkeim-Hauptsproses ab, in der allein die

weiteren Theilungen durch ordnungslos schief gestellte Querwände erfolgen, während Verzweigungen durch jedesmal unter der oberen Querwand einer Gliederzelle auftretende, gleichfalls durch Querwände sich gliedernde Ausstülpungen eintreten (Fig. 132). So entsteht allmählich ein reich verzweigtes, rasenförmig wachsendes, confervenartiges Protonema, dessen oberirdische, im Lichte wachsende Zellen reichlich Chlorophyll besitzen, von dem aber auch Zweige in die Erde eindringen und dann chlorophylllos bleiben, ihre Wände gewöhnlich braun färben und so als vielzellige Rhizoiden functioniren. An letzteren treten (ähnlich wie an den Rhizoiden des Moosstämmchens — Fig. 132 *A*, *b*) in vielen Fällen Brutknollen auf: auf kurzen Seitenzweigen stehende, vielzellige, knollenförmige, chlorophyllfreie, braunwandige Körper,

Fig. 132.



welche reich an Reservestoffen sind, längere Zeit zu ruhen vermögen und ans Licht gelangend aus peripherischen Zellen neue Vorkeimfäden erzeugen oder eine solche Zelle auch direct in die Scheitelzelle eines aussprossenden Moosstämmchens umwandeln (§ 528). Einzelne Laubmoose verhalten sich bezüglich ihrer Vorkeimformen abweichend. An den Vorkeimen von Tetraphis und Tetradontium treten am Ende längerer Fäden flächenförmige,

Fig. 132. A Unterer Theil eines Moosstengels mit Rhizoiden (*r*), auf denen bei *b* eine Brutknolle entstanden ist; einzelne von ihnen sind über die durch die Punktlinie angegebene Bodenoberfläche hervorgewachsen und in Folge dessen in Vorkeimfäden (*p*) umgewandelt, von denen einer bereits eine junge Moosknospe (*k*) trägt (schwach vergr.). — B Keimende Spore von Funaria hygrometrica mit noch anhängendem Exosporium; C etwas älterer und D noch weiter entwickelter junger Vorkeim desselben Mooses (Vergr. 300).

chlorophyllhaltige Gebilde als besondere Assimilationsorgane auf, an deren Basis später das Moospflänzchen hervorsprosst, und kurz gestielte schildförmige Assimilationsorgane findet man am Protonema von Diphyscium foliosum. Die Sporen der Torfmoose liefern im Wasser confervenartige Vorkeime, auf festem Substrate dagegen krause Zellenplatten, an denen dann das Pflänzchen auftritt. Bei den Andreaeaceen endlich entstehen auf gleicher Unterlage neben confervenartigen Vorkeimen auch solche von der Form vielfach gelappter Zellenplatten neben sich senkrecht erhebenden, bäumchenartig verzweigten Zellenkörpern.

528. Die junge Moospflanze entsteht in Folge einer Knospenbildung und gewöhnlich aus der untersten Zelle eines Seitenzweiges des Vorkeimes. Diese treibt dann eine keulenförmige Ausstülpung, in welcher geneigte, einander schneidende Wände meist sofort zur Bildung der keilförmigen oder meist tetraëdrischen Scheitelzelle des künftigen Stämmchens führen, deren Segmente das Gewebe des Stämmchens und die Blätter in der schon in §§ 170—174 (Fig. 50 *a*, *b*; 51) angegebenen Weise ausbilden. Das Gewebe des Stämmchens ist noch nicht so hoch differenzirt, wie bei den Gefässpflanzen. Ein centraler Theil besteht häufig aus einem Strange dünnwandiger, enger, cambiformähnlicher Zellen, der Anlage eines Gefässbündels in gewissem Sinne nicht unähnlich, und bei den Polytrichaceen tritt sogar eine Gruppe solcher Stränge auf. Dieser Centralstrang wird entweder unmittelbar von einem Mantel dickwandiger, oft prosenchymatischer, gefärbter Zellen (Fig. 137 *D*) oder zunächst von weiteren dünnwandigen Zellen umgeben, die nach aussen allmählich in ein dickerwandiges, gelb, roth oder braun gefärbtes Gewebe übergehen, das eine Art Rinde bildet, aber keine scharf geschiedene Epidermis besitzt (Fig. 133). Aus der äussersten Zellenlage entspringen sowohl unterirdisch, als auch oft hoch über dem Boden die Rhizoiden, welche in Gliederung und Verzweigung völlig dem Protonema entsprechen und zu Chlorophyll entwickelnden Vorkeimen werden und neue Pflänzchen erzeugen, wenn sie über den Boden vor ans Licht treten. Rhizoidenvorkeime tragen daher zur ungeschlechtlichen Vermehrung der Laubmoose wesentlich bei; manche scheinbar einjährige Arten (Phascum, Funaria) perenniren in der That durch ihren jährlich neues Protonema erzeugenden Wurzelfilz

Fig. 133.

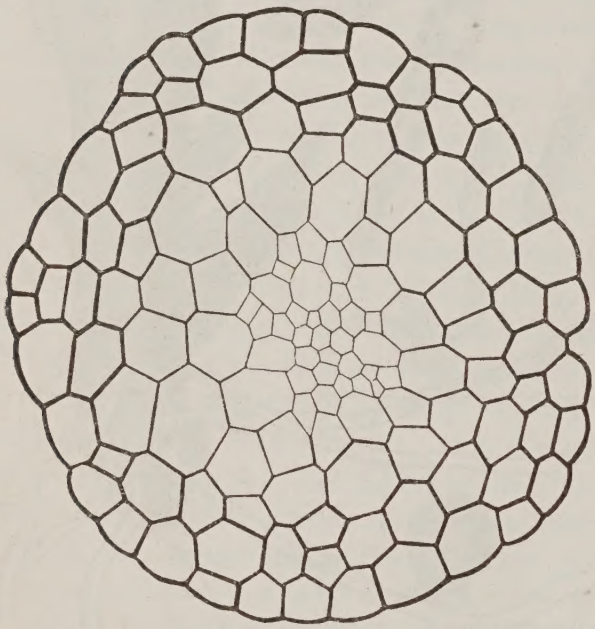


Fig. 133. Pottia latifolia C. Müll. Querschnitt des Stengels; nach Lorentz. Vergr. 320.

und in den ausdauernden weiblichen Rasen des Dicranum undulatum entstehen auf den Rhizoiden-Vorkeimen sogar die kleinen einjährigen männlichen Pflanzen, welche die Befruchtung besorgen und dann absterben. — Ueber die Verzweigung des Stämmchens vgl. § 174.

529. Die Blätter der Laubmoose sind stets ungetheilt und mit Ausnahme des sogenannten Mittelnerven auch meist nur aus einer Zellenlage gebildet, bei Fontinalis und Sphagnum nervenlos. Der Mittelnerv wird in der Regel von einem Bündel zartwandiger Zellen durchzogen, das dem Centralstrange des Stämmchens gleicht und sich zuweilen als Blattspurstrang durch die Stengelrinde abwärts in den Centralstrang fortsetzt. Einzelne Moose entwickeln auf der Oberseite über dem Mittelnerven lamellenartige Auswüchse (Polytrichum) oder gegliederte Haare (Barbula). Die Blätter der Torfmoose enthalten zweierlei Zellen: breitere inhaltlose mit spiralig oder ringartig verdickten und zugleich durchlöcherten Wänden (wie sie auch in der Stengelrinde dieser Pflanzen vorkommen; Fig. 137 *D*) und diese regelmässig umgebende, lange, schmale, geschlossene und Chlorophyll führende Zellen (Fig. 137 *B*). Aehnliche Zusammensetzung der Blätter zeigt Leucobryum. Für die Systematik ist der feinere Bau des Blattes überhaupt von grosser Bedeutung. Bei vielen Laubmoosen sind die Blätter im Stande, durch einfaches Auswachsen beliebiger Zellen Vorkeime und durch diese Moospflänzchen zu erzeugen (Arten von Orthotrichum, Grimmia, Calymperes, Ulota, Buxbaumia), und es mag hier gleich noch erwähnt werden, dass bei Oncophorus glaucus aus dem dann sein Wachsthum einstellenden Stammscheitel ganze Büschel von Vorkeimfäden hervorwachsen, dass ferner aus abgeschnittenen und feucht gehaltenen Sporogonstielen und sogar aus jungen Sporenkapseln Protonema erhalten werden kann. Als gestielte Zellenkörper auftretende Brutkörner oder Brutknospen werden bei Webera annotina in den Blattachseln, bei Aulacomnion androgynum und Tetraphis pellucida (Fig. 148) auf dem Stengelgipfel entwickelt, bei letzterer Art umgeben von einer kelchartigen Hülle metamorphosirter Blätter. Derartige Körner erzeugen nach dem Loslösen dann zunächst Vorkeime.

530. Die Geschlechtsorgane werden in der Regel in grösserer Anzahl auf dem Scheitel der dann ihr Wachsthum einstellenden Hauptaxe entwickelt (acrocarpe Moose), oder sie treten am Ende eines Seitensprosses auf (pleurocarpe M.). Sie sind gewöhnlich noch mit verschieden gestalteten Haaren (Paraphysen) gemischt und von häufig besonders gestalteten und gefärbten Hüllblättern umgeben. Eine solche Gruppe von Geschlechtsorganen wird kurzweg als „Blüthe“ bezeichnet. Letztere ist männlich, wenn sie nur Antheridien enthält und ihre Hülle heisst dann ein Perigonium. Die nur Archegonien führende weibliche Blüthe wird von einem Perigynium, die zwitterige, beiderlei Organe einschliessende Blüthe von einem Perigamium umhüllt. Perichaetium heissen dagegen die inneren Hüllblätter weiblicher oder zwitteriger Blüthen, wenn sie sich mit der Entwickelung des Sporogons weiter ausbilden und den Grund des Fruchtstieles umgeben (Fig. 139 *B*, *pe* verglichen mit Fig. 136 *A*, *b*; Fig. 137 *L*). Die Form der Blüthenhülle ist verschieden, bald die einer verlängerten geschlossenen Knospe, bald die eines kugeligen oder scheibenförmigen Köpfchens.

531. Die Antheridien sind meist schlank keulenförmig, selten eiförmig (Andreaea) oder fast kugelig (Sphagnum) und gewöhnlich nur kurz, seltener (Andreaea, Sphagnum) länger gestielt. Bei Sphagnum entstehen sie an der Stelle einer normalen Verzweigung; bei anderen Laubmoosen geht das erste Antheridium aus der Scheitelzelle hervor, die nächsten entstehen aus deren jüngsten Segmenten (soweit dieselben noch keine Blattanlagen bildeten), die folgenden ordnungslos aus oberflächlichen Stengelzellen. In allen Fällen wölbt sich die Antheridien-Mutterzelle als Papille vor (Fig. 134 *A*, *v*), die durch zwei einander aufgesetzte schiefe Wände eine keilförmige Scheitelzelle erhält und aus dieser eine Anzahl zweireihig gestellter Segmente abgliedert (Fig. 134 *B*). Letztere theilen sich zunächst so, dass ein zwei Segmente treffender Querschnitt 2 innere und 4 äussere Zellen zeigt, von denen die ersteren das Mutterzellgewebe der Spermatozoiden, letztere die Wand des Antheridiums liefern (Fig. 134 *C*; 135). Sphagnum verhält sich insofern abweichend, als die vortretende Papille durch eine Reihe von Quer-

Fig. 134.

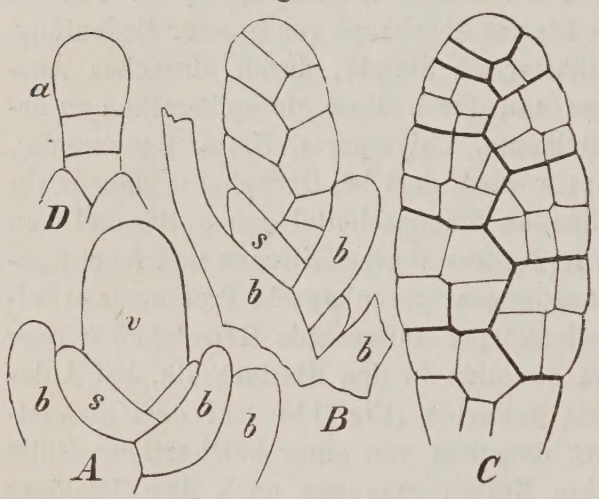
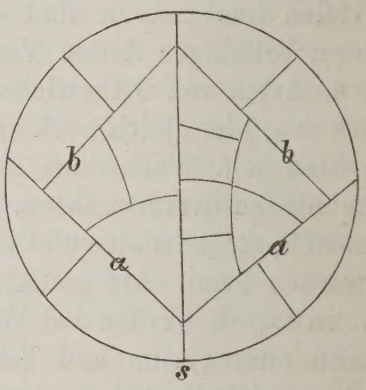


Fig. 135.



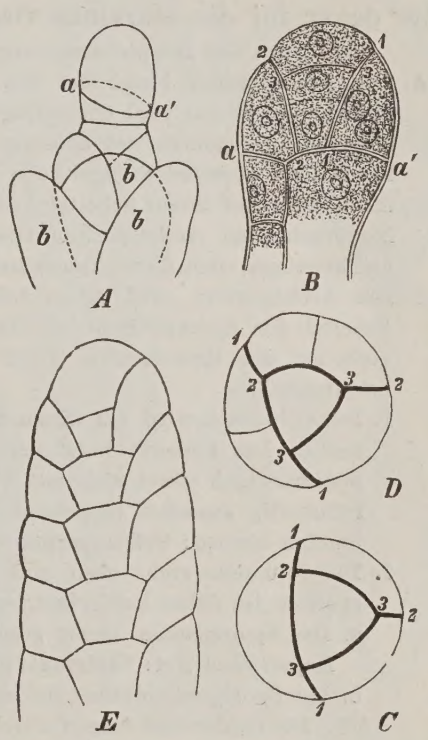
theilungen zunächst den langen Stiel differenzirt, worauf erst aus der anschwellenden Endzelle durch nicht sehr regelmässige schiefe Wände das eigentliche Antheridium hervorgeht. Letzteres öffnet sich bei Sphagnum auch mit mehreren stark zurückbiegenden Klappen (Fig. 137 *G*) und ähnlich ist es bei Andreaea, während bei den übrigen Laubmoosen sich auf dem Antheridienscheitel ein einfacher Riss zu bilden pflegt.

532. Die Archegonien unterscheiden sich von denjenigen der Lebermoose wesentlich nur durch den etwas längeren Stiel und die schon vor der Befruchtung 2schichtige (bei Sphagnum 4schichtige) Bauchwand, die allmählich in die aus 4—6 Zellenreihen gebildete Halswand übergeht. Das erste Archegonium entspringt aus der Scheitelzelle, die folgenden werden von den

Fig. 134. A—C Antheridientwickelung von Fontinalis antipyretica (Vergr. 400) nach Leitgeb. *v* Vegetationskegel, zum Antheridium auswachsend, *b* Blätter; *s* jüngstes, auch zur Antheridienbildung bestimmtes Segment. D Junges Antheridium von Andreaea petrophila (Vergr. 500) nach Kühn. — **Fig. 135.** Schema für die ersten Theilungen in den Segmenten des quer durchschnittenen Antheridiums. *s* Segmentwand. *a* Erste und *b* zweite Tangentialwand jedes Segmentes.

jüngsten Segmenten derselben gebildet. Die vortretende Archegonpapille wird zuerst durch eine Querwand und die obere der beiden so entstandenen Zellen darauf durch zwei einander schneidende schiefe Wände (wie beim Antheridium) getheilt (Fig. 136 *A*). Die durch diese letzten Wände abgeschnittenen unteren Zellen erzeugen das Gewebe des vielzelligen dicken Stieles und des unteren Bauchtheiles. Die oberste Archegonzelle theilt sich nun durch 3 Längswände genau wie bei den Lebermoosen (§ 518; — Fig. 136 *B—D*). Darauf wird in einer mittleren Zelle durch eine Querwand nach unten die Centralzelle sammt der künftigen Bauchcanalzelle abgeschieden. Der Hals aber bildet sich hier in abweichender Weise aus, indem die Deckelzelle zur Scheitelzelle des Archegons wird und durch wiederholte, den vorhergehenden ähnliche Theilungen eine Anzahl von Stockwerken erzeugt (Fig. 136 *E*), deren peripherische Zellen die Halswand, deren centrale Zellen die Halscanalzellen liefern.

Fig. 136.



533. Das aus dem befruchteten Ei hervorgehende Sporogonium bleibt nur bei Sphagnum bis kurz vor der Reife im mitwachsenden Archegoniumbauche, der Calyptra, eingeschlossen, also gerade wie bei den Lebermoosen. Bei den Archidiaceen wird das Archegonium sehr bald seitlich durchstossen, bei den übrigen schon frühzeitig an seinem Grunde quer abgesprengt und vom rasch wachsenden Sporogonium als Haube (Calyptra) emporgetragen. Letztere bleibt dann entweder ringsum geschlossen und wird höchstens am unteren Rande geschlitzt (mützenförmige Haube); oder sie ist auf einer Seite der Länge nach bis fast zur Spitze gespalten, so dass sie das Sporogon nur seitlich bedeckt (kappen- oder kapuzenförmige Haube). Beim Oeffnen der Kapsel wird auch die Haube mit abgeworfen. Das Sporogonium ist stets in Stiel (Seta) und Sporenkapsel (Büchse, Kapsel, Urne, Theca) differenzirt. Der Stiel bleibt nur selten kurz (Fig. 140 *s*); gewöhnlich ist er mehr oder minder verlängert, seine Basis bisweilen zu einem deutlichen Fusse angeschwollen (Fig. 145 *f*) und immer dem Stengelgewebe eingesenkt, das nach der Befruchtung zu einer die Stielbasis einschliessenden Scheide (Vaginula, Fig. 140 *v*) emporwuchert, die meist noch von dem Grunde des Archegonbauches erhöht wird (Fig. 140 *m*). Die Sporenkapsel zeigt

Fig. 136. Andreaea rupestris. A Archegoniumanlage; *a'a* die den Stiel abscheidende Wand derselben, *b* Perichaetialblätter. — B Etwas älteres Archegonium mit den ersten drei Längswänden; C dasselbe in der Scheitelansicht und D im tieferen Querschnitte; die Zahlen geben die Altersfolge der Wände. — E Oberer Halstheil eines alten, aber noch geschlossenen Archegoniums im optischen Längsschnitte; die mittlere Zellenreihe ist die der Canalzellen. Nach Kühn. Vergr. A 500, B—E 800.

eine mehrschichtige (bei Archidium einschichtige) Wand mit deutlicher, oft Spaltöffnungen führender Epidermis. Ihr Innengewebe sondert einen steril bleibenden centralen Theil als Columella aus, wie sie uns schon bei den Anthoceroten (§ 526) entgegentrat (Fig. 140, 145, 151 : *c*). Nur selten wird diese Columella von den heranwachsenden Sporenmutterzellen resorbirt (Ephemerum) oder sind steril bleibende Zellen und Sporenmutterzellen wie bei den Lebermoosen (§ 523,$_2$) gemengt (Archidiaceae). Zwischen Wand und Columella liegt die sporenbildende, neuerdings Archesporium genannte Schicht, von einer als Sporensack bezeichneten einfachen oder doppelten Zellenlage eingeschlossen (Fig. 140 und 145, *sp* und *sps*). Bezüglich der Abstammung dieser Theile aus bestimmten Geweben des in verschiedener Weise sich aufbauenden jungen Sporogons, sowie im feineren Baue der Kapsel und in der Art der Sporenentleerung zeigen die vier Ordnungen der Laubmoose charakteristische, ihre Trennung in erster Linie bedingende Unterschiede, die daher für die einzelnen Ordnungen besonders besprochen werden sollen.

534. Nach den Hauptcharakteren unterscheiden sich die 4 Ordnungen folgendermaassen:

A. Das Archegonium bleibt bei der Reife des Sporogoniums als Scheide an dessen Basis zurück (nur selten wird ein geringer Rest mit emporgehoben). Das sich mit einem Deckel öffnende Sporogonium ist äusserst kurz gestielt, wird aber von dem stielartig sich verlängernden obersten Stengeltheile (dem Pseudopodium) emporgetragen. Die kurze Columella wird auf ihrem Scheitel von dem glockenförmigen, aus dem Amphithecium (§ 536) hervorgehenden Archesporium überdeckt. Das jugendliche Sporogonium wächst mittelst halbkugeliger, sich durch Querwände theilender Scheitelzelle: **Sphagna.**

B. Das Archegonium wird schon früh an seiner Basis ringsum durchrissen und auf dem Scheitel des Sporogoniums als Haube (calyptra) emporgehoben. Das Archesporium entsteht aus dem Endothecium (§ 536) und das junge Sporogonium wächst mit zweischneidiger Scheitelzelle.

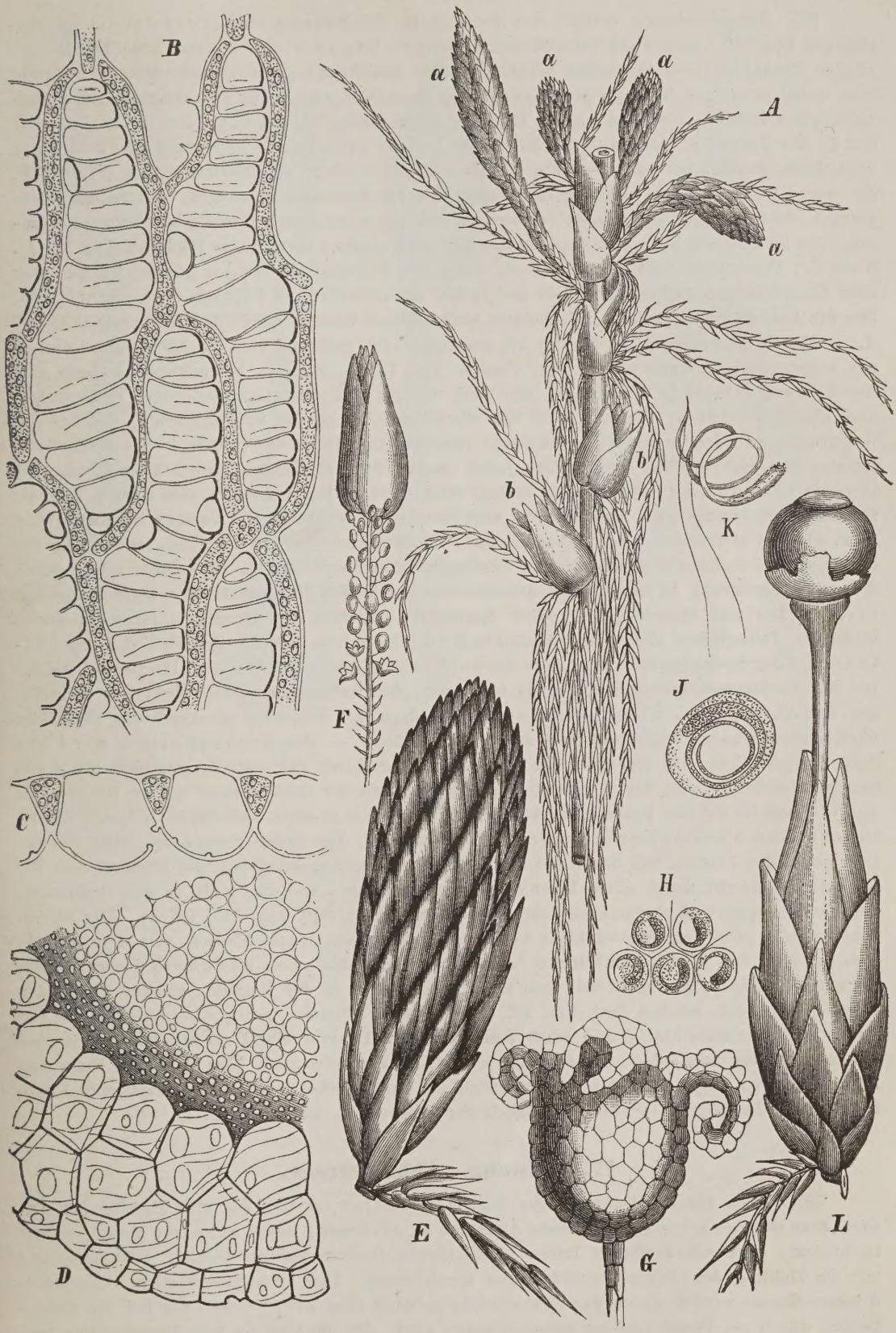
1. Die Columella wird auf ihrem Scheitel von dem glockenförmigen Archesporium überdeckt. Das äusserst kurz gestielte Sporogonium steht auf dem Scheitel eines Pseudopodiums und öffnet sich mit vier kreuzweise gestellten Längsrissen so, dass die sich reifenartig auswärts biegenden vier Klappen an der Basis und auf dem Scheitel verbunden bleiben: **Schizocarpae** (Andreaeaceae).
2. Die Columella steht oben und unten mit der Kapselwand in Verbindung, das Archesporium ist daher hohlcylindrisch. Ein Pseudopodium fehlt.
   a. Das Sporogonium bleibt geschlossen und die Sporen werden durch Verwesung der Kapselwand frei: **Cleistocarpae** (Phascaceae).
   b. Das Sporogonium öffnet sich durch Abwerfen eines Deckels: **Stegocarpae** (Bryaceae).

535. Die Laubmoose tragen durch ihren geselligen Wuchs, in Folge dessen sie oft weite Strecken mit ihrem Rasen überziehen, häufig zur Charakteristik der Vegetation mancher Gegenden bei. Mit den Flechten gehen sie am weitesten nach Norden und hier nehmen sie an der Tundrenbildung oft wesentlichen Antheil.

Fossil unterscheidet man 9 noch lebende Gattungen mit 28 Arten, sämmtlich im Tertiär, eine Anzahl von ihnen im Bernstein. Am reichsten ist unter ihnen die Gattung Hypnum (12 Arten) vertreten.

Erklärung der Fig. 137 auf S. 287. A Sphagnum acutifolium: Stück der Pflanze vergrössert; *a* männliche Blüthenkätzchen, *b* Perichaetialäste mit noch eingehüllten Sporogonien — B Stück eines Astblattes von S. cymbifolium (Vergr. 400). — C Stück eines Querschnittes aus dem Blatte von S. cuspidatum mit den schlauchförmigen, chlorophyllhaltigen und weiten, inhaltsleeren Zellen, in deren einer ein Tüpfel getroffen wurde (Vergr. ca. 400). — D Stück eines Stengelquerschnittes von S. cymbifolium, sehr stark vergr. — E Männliches Blüthenkätzchen von S. acutifolium mit dem Basaltheile eines sterilen Astes am Grunde (Vergr. 50). — F Ein gleiches Kätzchen zum Theil entblättert, um die Antheridien zu zeigen (Vergr. 50). — G Geöffnetes und entleertes Antheridium von S. acutifolium; nur der obere Stieltheil wurde gezeichnet (Vergr. ca. 350). — H Fünf Spermatozoiden-Mutterzellen mit in Entwickelung be-

Fig. 137.



griffenen Spermatozoiden (Vergr. 600). — I Eine der Reife nahe Spermatozoiden-Mutterzelle. (Vergr. 1200). — K Spermatozoid (Vergr. 1200). — L Reife Kapsel von S. acutifolium mit den Resten des Archegoniums, dem Perichaetium und dem Basaltheile eines sterilen Aestchens am Grunde des letzteren (stark vergr.). — Nach Schimper.

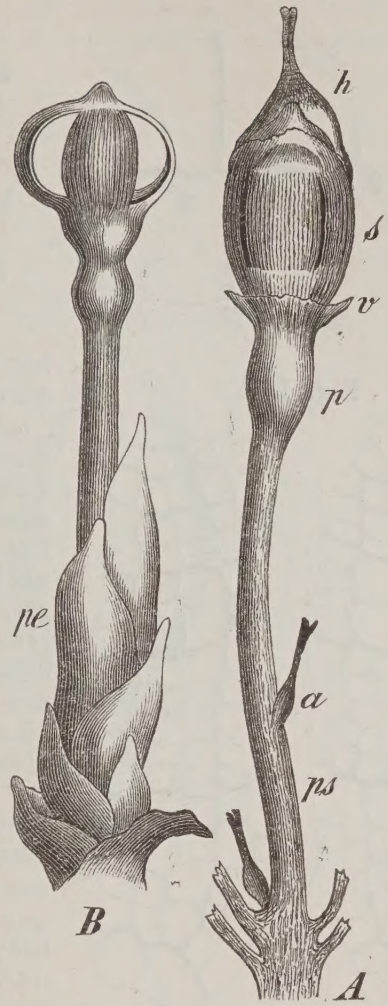
16. Ordnung. Sphagna.

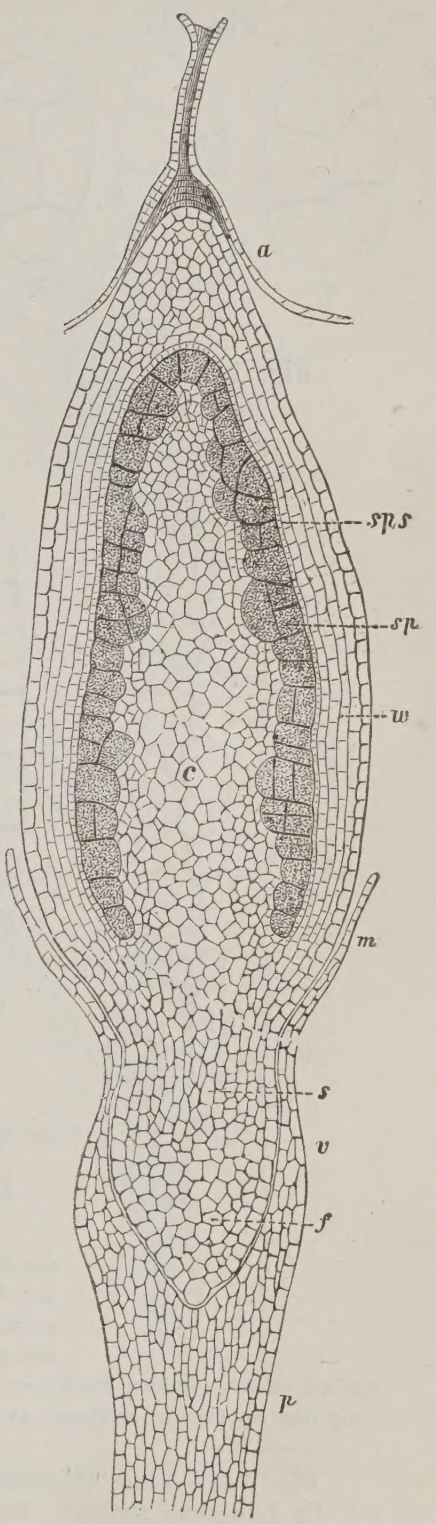
536. Diese Ordnung enthält nur die Familie der **Sphagnaceae** (Torfmoose) mit der einzigen über die ganze Erde verbreiteten Gattung Sphagnum, deren nasse Localitäten (vorzüglich Torfmoore und morastige Wälder) gesellig bewohnende, schwammige Polster bildende und unter günstigen Bedingungen Moorbildung hervorrufende Arten sich schon durch eigenthümlichen Habitus und bleichgrüne Färbung leicht kenntlich machen. Der Stengel besitzt nur in der Jugend Rhizoiden und seine Rinde besteht aus inhaltlosen, spiralig oder ringförmig verdickten, durchlöcherten Zellen (Fig. 137 *D*), die sich auch in den Blättern finden (Fig. 137 *B*, *C* — vergl. § 529) und als Capillaren das Wasser wie ein Schwamm einsaugen. Die neben jedem vierten Blatte entstehenden Aeste verzweigen sich schon an ihrem Grunde büschelig und einzelne der Büscheläste legen sich dem Stämmchen nach abwärts als eine Art Hülle an (Fig. 137 *A*). Nach der Fruchtreife tritt ferner jährlich unter dem Stammgipfel ein Ast hervor, welcher sich dem Hauptstamme gleich entwickelt und später als selbständiges Pflänzchen abgetrennt wird. Die die Antheridien tragenden Büscheläste sind schlank keulen- oder kätzchenförmig (Fig. 137 *A*, *E*, *F*), ihre dachziegeligen Blätter oft gelb oder roth gefärbt, und die Archegonien stehen am knospenartigen Ende sehr kurzer Zweige (Fig. 137 *A*, *b*). Das befruchtete Ei theilt sich durch eine Querwand in ein unteres (nur noch wenige unregelmässige Theilungen erfahrendes) und oberes Stockwerk. Letzteres ist die eigentliche Anlage des Sporogoniums, welches (im Gegensatze zu allen anderen Laubmoosen) zunächst nur durch Querwände in 6—8 scheibenförmige Segmente zerfällt, von denen jedes sammt der Scheitelzelle durch über Kreuz auftretende Längswände in Quadranten zerlegt wird, worauf letztere durch eine oder 2 Tangentialwände in Innen- und Aussenzellen sich sondern. Während die unteren Segmente den äusserst kurz bleibenden Stiel und einen flach knollenförmigen Fuss ausbilden, entwickeln die obersten drei Segmente durch weitere Theilungen die Sporenkapsel, in welcher schon durch die erste Sonderung in Innen- und Aussenzellen die beiden Haupttheile der Kapsel angelegt werden. Die auf Querschnitten jedes Segmentes ungefähr ein Quadrat („Grundquadrat") bildenden Innenzellen sind das sogenannte Endothecium, die Aussenzellen das Amphithecium der Sporenkapsel. Aus dem Endothecium geht die Columella hervor, welche bei den Torfmoosen indessen nur einen niedrigen, fast halbkugeligen Gewebekörper darstellt, der das Archesporium nicht durchsetzt, sondern von letzterem glockenförmig überwölbt wird, gerade wie bei den Andreaeaceen (vergl. Fig. 140). — Das Archesporium wird aus dem Amphithecium entwickelt und zwar bereits durch die erste Tangentialtheilung von diesem abgetrennt. Es bildet eine Zellschicht von etwa der Gestalt einer halben Kugelschale und wird zuletzt auf der Innen- und Aussenseite noch von je einer Zellschicht bedeckt, die als innerer und äusserer Sporensack bezeichnet wird. Der innere Sporensack wird von der Columella, der äussere von der Wand des Amphitheciums abgeschnitten und letzterer von der Kapselwand nicht durch einen Intercellularraum getrennt, wie dies z. B. in den Ordnungen der cleistocarpen und stegocarpen Laubmoose der Fall ist (vgl. Fig. 145, 151 *A*). Das Sporogonium reift, von dem Archegonium und dem Perichaetium eingeschlossen, und dann streckt sich das über den Perichaetialblättern befindliche Stengelstück zum Pseudopodium, einem stielartigen Träger, der nicht mit dem eigentlichen, hier in der Vaginula stecken bleibenden Stiele verwechselt werden darf (Fig. 137 *L*). Das sich öffnende Sporogonium sprengt die Calyptra meist unregelmässig und wirft den Scheiteltheil seiner Wand als scharfumschnittenen Deckel ab, ohne dass jedoch auf dem Rande der Kapselmündung ein Mundbesatz in Form von Zähnen sichtbar würde, wie dies bei den gleichfalls einen Deckel besitzenden stegocarpen Laubmoosen gewöhnlich der Fall ist. Bezüglich der Keimung s. § 527.

17. Ordnung. Schizocarpae.

537. Auch für die Ordnung der Spaltfrüchtler ist nur die eine Familie der **Andreaeceae** mit der artenarmen Gattung Andreaea zu erwähnen: kleine acrocarpe Moose, welche in braunen oder schwärzlichen Rasen kieselhaltiges Gestein höherer Gebirge bewohnen und sich im Habitus den folgenden Ordnungen anschliessen. Ihre charakteristischen Unterscheidungsmerkmale werden durch das Sporogonium geboten (Fig. 139), welches wie bei den Sphagnaceen durch ein Pseudopodium emporgetragen wird, das am Grunde vom Perichaetium umhüllt ist und in seinem oberen und von der Vaginula gebildeten Theile den sehr kurzen Stiel sammt Fuss der Kapsel birgt. Die Axennatur des Pseudopodiums wird unter Anderem auch durch die nicht befruchteten Archegonien bewiesen, welche nicht selten noch auf demselben

Fig. 138. Fig. 139. Fig. 140.





stehen (Fig. 139 *A*,*a*). Die reife, von der Haube bedeckte Kapsel öffnet sich mit 4 Längsspalten, indem die 4 auf dem Scheitel wie am Grunde verbunden bleibenden Klappen reifenartig aus einander weichen (Fig. 139 *B*). Die Risstellen liegen in der Mitte zwischen den ersten Quadrantenwänden des jungen Sporogons. Letzteres weicht bezüglich seiner Entwickelung von demjenigen der Torfmoose dadurch ab, dass die obere seiner beiden ersten Zellen durch zwei einander schneidende schiefe Wände eine keilförmige Scheitelzelle ausscheidet und aus dieser durch geneigte Wände zwei Reihen von 11—13 Segmenten abgliedert, wie dieses auch in den Ordnungen der Cleistocarpae und Stegocarpae stattfindet

Fig. 138. Andreaea rupestris Schimp. Pflanze mit aufgesprungener Kapsel, etwa 5 mal vergrössert.

Fig. 139. Andreaea petrophila Ehrh. A Reifes, aber noch nicht geöffnetes Sporogonium: *ps* Pseudopodium; *a* nicht befruchtetes Archegonium; *p* Theil des Pseudopodiums, in welchem der Fuss der Kapsel steckt; *v* Vaginula; *s* Sporogonium; *h* Haube. B Reifes, geöffnetes, über das Perichaetium (*pe*) emporgehobenes Sporogonium. Vergr. 25. Nach Kühn. — **Fig. 140.** Andreaea rupestris. Längsschnitt eines Sporogoniums zur Zeit der Theilung der Urmutterzellen der Sporen (Vergr. 80), nach Kühn. *p* Pseudopodium; *v* Vaginula; *m* der auf letzterer als Rand sitzende untere Theil des Archegoniumbauches; *a* Haube, *f* Fuss, *s* Stiel, *c* Columella und *w* Wand des Sporogoniums; *sps* Sporensack; *sp* Urmutterzellen der Sporen.

Fig. 141.

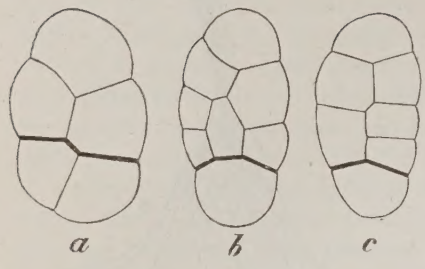


Fig. 142.

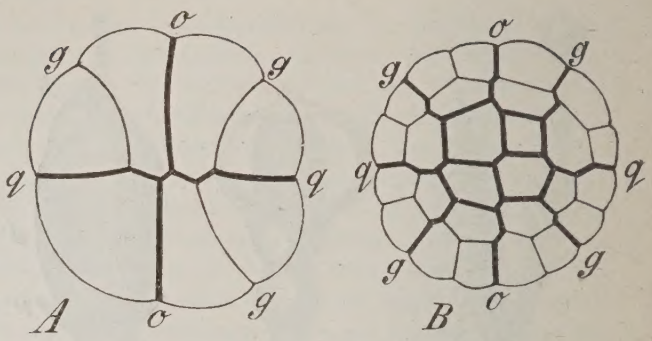


Fig. 144.

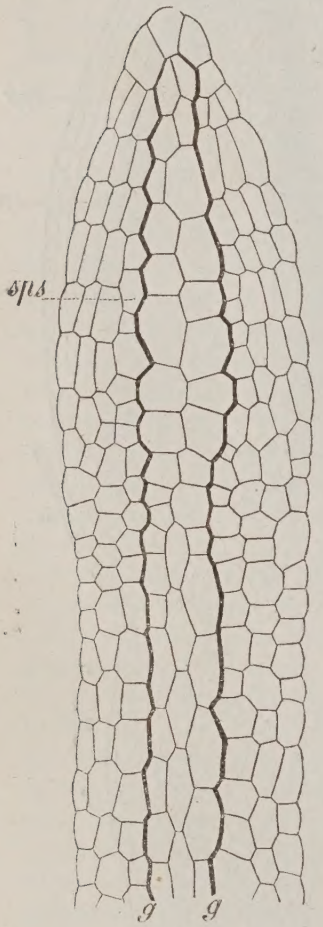
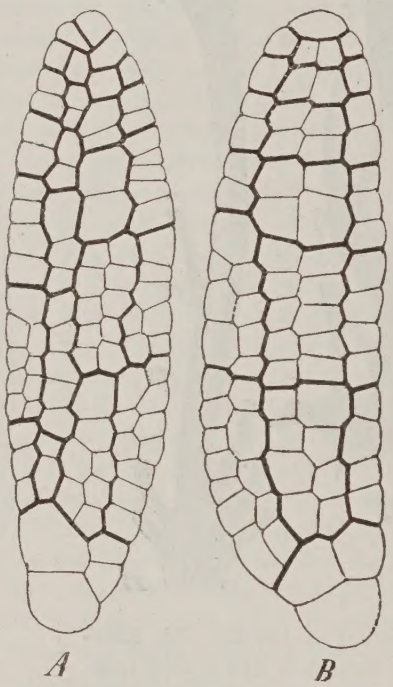


Fig. 143.



(vgl. Fig. 141, 143). Jedes der auf dem Querschnitte halbscheibenförmigen Segmente zerfällt nun durch Längswand in Quadranten und bildet dann Endo- und Amphithecium wie bei den Torfmoosen. Aus dem Endothecium geht bei den Andreaeaceen aber neben der Columella auch noch das Archesporium hervor, welches die hier nur schlankere Columella wie bei den Torfmoosen glockenförmig überwölbt (Fig. 140 *sps*). Das Amphithecium bildet die Kapselwand (Fig. 140 *w*) und den äusseren, von der Wand nicht durch Intercellularraum getrennten Sporensack (*sps*); ein innerer Sporensack ist hier nicht deutlich entwickelt.

18. Ordnung. Cleistocarpae (Phascoideae).

538. Die zur Ordnung der Faulfrüchtler gehörenden, durch sehr geringe Grösse ausgezeichneten und in der Regel bis zur Sporenreife mit dem Vorkeime in Verbindung bleibenden acrocarpen Moose sind von den übrigen Ordnungen dadurch unterschieden, dass ihr Sporogon sich nicht mit Deckel oder Längsspalten öffnet, sondern die Sporen durch Verwesung seiner Wand entlässt. In der Entwickelung des Sporogons schliesst sich die Ordnung (mit Ausnahme der unten zu erwähnenden

---

Fig. 141—144. Phascum cuspidatum. 141 Junge Embryonen, $c = b$ um 90° um die Längsaxe gedreht. Vergr. 300. Nach Kienitz-Gerloff. — **Fig. 142.** A Querschnitt durch das 2. und 3. Segment eines 0,68 mm langen Embryo (Vergr. 560). B Querschnitt eines etwas älteren Embryo; die 4 mittleren Zellen bilden das Grundquadrat (Vergr. 380). Nach Kienitz-Gerloff. — **Fig. 143.** Aelterer Embryo; B=A um 90° um die Längsaxe gedreht. Vergr. 200. Nach Kienitz-Gerloff. — **Fig. 144.** Oberer Theil einer älteren Fruchtanlage, mit bereits sich deutlich abgrenzendem Kapseltheile; optischer Längsschnitt (Vergr. 200) nach Kienitz-Gerloff. *sps* Sporensack. *gg* Grenzen zwischen Amphithecium und Endothecium.

Archidiaceen) den Ordnungen der Schizocarpae und Stegocarpae dadurch an, dass die ersten Theilungen in gleicher Weise stattfinden, namentlich die Scheitelzelle charakteristisch hervortritt (Fig. 141). Die Segmente der letzteren theilen sich durch Radialwände so, dass auf jedem Querschnitte des Sporogoniums vier Quadrantenzellen liegen (Fig. 142 A, *oo*, *qq*). Letz-

Fig. 145.

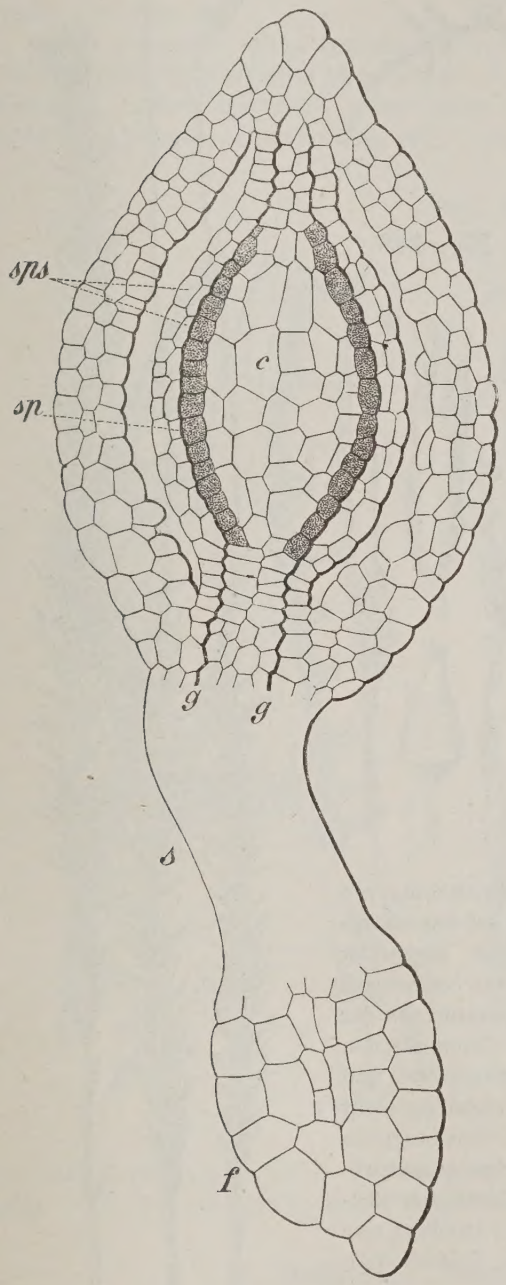


Fig. 146.

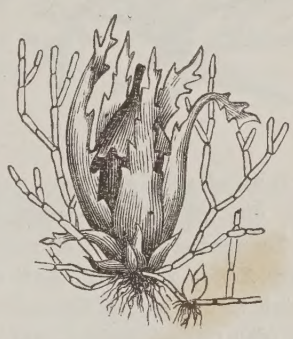


Fig. 147.

tere werden weiter durch eine nicht genau radiale Wand in je eine vier- und eine dreiseitige

Fig. 145. Phascum cuspidatum. Längsschnitt einer jungen Frucht nach Bildung des Intercellularraumes zwischen Kapselwand und Sporensack *sps*. *sp* Sporenmutterzellen, *gg* Grenzen zwischen Amphi- und Endothecium; *c* Columella, *s* Kapselstiel, *f* Fuss. Vergr. 120. Nach Kienitz-Gerloff.

Fig. 146. Ephemerum serratum Hampe. Fruchttragende Pflanze auf dem Vorkeime, stark vergrössert. — **Fig. 147.** Pleuridium subulatum Br. et Sch. Fruchttragende Pflanze, stark vergrössert.

Fig. 150.

Fig. 149.

Zelle (im Querschnitt gesehen) zerlegt (Fig. 142 A, die Wände *g*), erstere dann durch eine Tangentialwand in eine innere und äussere Zelle getheilt. Auf diese Weise entstehen auf jedem Querschnitte vier innere (das Grundquadrat bildende) und eine Reihe sich weiter theilender peripherischer Zellen (Fig. 142 B).

Fig. 148.

539. In dem unteren Theile des Sporogoniums erfolgen nun die weiteren Theilungen unregelmässig und dieses Gewebestück streckt sich zum Kapselstiele (seta), welcher das Pseudopodium der vorigen Ordnungen entbehrlich macht und dessen unterer Theil sich als Fuss in das Gewebe des Archegoniumgrundes und des Stammendes einbohrt, ohne jedoch mit diesen Organen zu verwachsen (Fig. 143—145). In dem oberen (Kapsel-) Theile des Sporogoniums werden Endo- und Amphithecium in der angegebenen Weise angelegt und verhalten sich in der Entwickelung von Columella, Archesporium und Sporensack wie bei den schizocarpen Moosen (vgl. § 537). Als Unterschied gegenüber den Schizocarpeen ist aber zu merken, dass der Sporensack der Cleistocarpeen sich durch einen Intercellularraum von der Kapselwand völlig trennt, und ferner, dass die Columella den Scheitel des tonnenförmigen Archesporiums durchsetzt und mit dem Gewebe des Sporogonscheitels in Verbindung steht (Fig. 145). Letztere beiden Merkmale theilen die Cleistocarpeen mit den folgenden Stegocarpeen, als deren niedrigst organisirte Mitglieder sie auch wohl betrachtet werden. Unter den hierher gehörenden Familien ist zunächst die der Archidiaceae (Archidium) dadurch bemerkenswerth, dass im Endothecium

---

Fig. 148. Tetraphis pellucida Hedw. Rechts Pflanze mit reifer Kapsel, links solche mit Köpfchen von Brutknospen, beide schwach vergrössert; in der Mitte eine reife geöffnete und eine junge, noch von der Haube bedeckte Kapsel, stärker vergrössert.

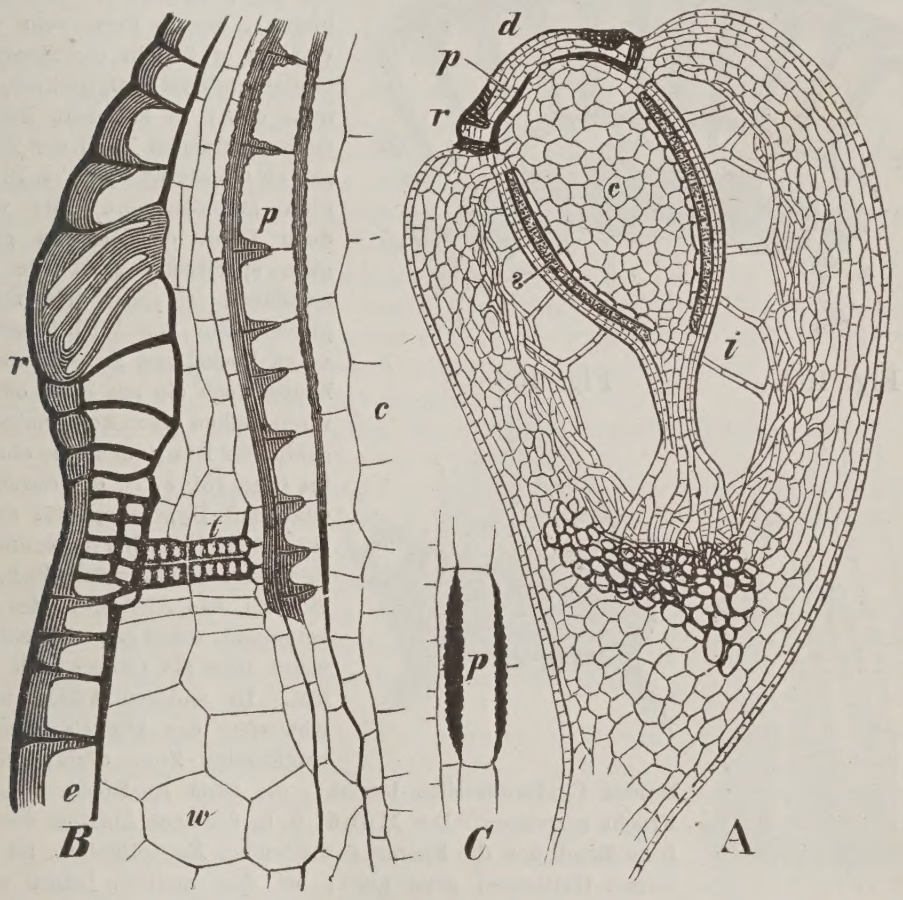
Fig. 149. Polytrichum commune L. Rechts eine männliche Pflanze; in der Mitte eine solche, deren Kapsel noch von der filzigen Haube bedeckt ist; links eine Pflanze mit freier Kapsel. Natürliche Grösse.

Fig. 150. Brachythecium populeum Br. et Sch. Natürliche Grösse.

ihres Sporogons 1—7 sporenbildende Zellen ordnungslos mit steril bleibenden Zellen gemengt sind, eine Columella nicht angelegt wird und der Sporensack durch einen glockenförmigen Intercellularraum von der Wand getrennt ist. Ferner wird die Calyptra nach einiger Zeit durchstossen, nicht als Haube emporgehoben. Die Familie schliesst sich demnach gewissen Lebermoosen an (vgl. § 523:2). In der Familie der Ephemereae (Ephemerum) wird die Columella bereits angelegt, doch mit dem Heranreifen der Sporen resorbirt, so dass sie der reifen Kapsel fehlt. Die übrigen kleinen Familien der Phascaceae, Physcomitrelleae etc. besitzen eine bleibende Columella.

Einige bemerkenswerthe deutsche Gattungen sind: Ephemerum: bei der Reife ohne Columella, Haube mützenförmig (Fig. 146). — Archidium: Kapsel kugelig, ohne Columella; Archegonium seitlich gesprengt, daher keine eigentliche Haube. — Pleuridium: Haube kappenförmig, Kapsel zugespitzt (Fig. 147). — Sporledera: Haube mützenförmig, am Rande

Fig. 151.



zerschlitzt; Kapsel zugespitzt. — Sphaerangium: Haube sehr klein, mützenförmig; Kapsel kugelig. — Phascum: Haube gross, kappenförmig; Kapsel mit stumpfer Spitze.

19. Ordnung. Stegocarpae (Bryinae).

540. Die Ordnung der Deckelfrüchtler ist nicht allein die umfangreichste, etwa 3000 Arten zählende, sondern auch die formenreichste der Laubmoose. Von den zwergigen,

---

Fig. 151. Funaria hygrometrica. A Längsschnitt einer nicht ganz reifen Kapsel (Vergr. 30). B Längsschnitt aus der unteren, äusseren Region des Deckels derselben. C Stück eines Querschnittes von B. — *i* Intercellularraum zwischen Wand und Archesporium *s*, *c* Columella, *d* Deckel, *r* Ring, *p* Peristom, *e* Epidermis der Kapselwand, *w* innere Gewebeschicht der letzteren, *t* dickwandige Zellen zwischen Wand und Peristom.

oft nur 1—2 mm hohen Pflänzchen der Seligeriaceen und vieler Pottiaceen bis zu den manchmal 50 cm hohen Moosriesen des Polytrichum commune und den oft noch grösseren polynesischen Spiridens-Arten begegnen wir einer langen Reihe der verschiedenartigsten Gestalten, die in Grösse, Tracht, Form und Bau des Blattes, der Kapsel etc. die mannigfaltigste Abwechselung bieten (Fig. 148—150). Was den ersten Aufbau des Sporogons und die Differenzirung seiner Haupttheile anlangt, schliessen sich die Bryinen den cleistocarpen Moosen eng an. Namentlich stimmen sie im Auftreten eines von einfachen oder verzweigten Zellenfäden durchsetzten Intercellularraumes zwischen äusserem Sporensack und Kapselwand (Fig. 151 *A*, *i*), sowie durch die das Archesporium (*s*) durchsetzende Columella (*c*) mit ihnen überein, unterscheiden sich aber dadurch, dass ein oberer Theil der Kapsel als Deckel (*d*) abgeworfen wird.

541. Die eigentliche Kapsel oder Büchse ist sehr verschieden gestaltet und bald aufrecht der Spitze der Seta aufgesetzt, bald horizontal bis hängend. Ihr unterer, in die Seta übergehender Theil ist der Kapselhals (collum, apophysis), dessen Form sehr wechselt und der oft in sehr charakteristischer Gestalt auftritt (Polytrichum, Splachnum etc.), in einzelnen Fällen den sporenbergenden Theil der Theca sogar an Grösse übertrifft (z. B. Splachnum ampullaceum). Die verschiedene Form des Deckels giebt oft gute specifische Merkmale ab und manchmal ist sogar sein mikroskopischer Bau von Wichtigkeit. Zwischen Deckel und Kapselrand ist sehr häufig noch ein aus einer oder mehreren Reihen etwas keilförmiger Zellen gebildeter Ring (annulus) eingeschaltet (Fig. 151 *A*, *r*), der durch Elasticität und Hygroskopicität seiner dicken Zellwände, hervorgerufen durch theilweise Quellung derselben, hauptsächlich das Abstossen des Deckels veranlasst, wobei er gleichzeitig stückweise oder als Ganzes sich mit ablöst. In anderen Fällen wird das Abwerfen des Deckels durch eine ringförmige Zone dünnwandig bleibender Epidermiszellen bewirkt, die beim Austrocknen der reifen Frucht zerreissen. Der Mund, d. h. der nach Abfallen des Deckels freie Rand des die Sporen enthaltenden Kapseltheiles, ist bei einzelnen Gattungen ganz glatt, bei den meisten jedoch mit sehr charakteristischen zahn-, wimper- oder fadenförmigen Fortsätzen besetzt (Fig. 152, 153), welche in Form, Farbe und Structur innerhalb einer Art die grösste Regelmässigkeit, bei den verschiedenen Gattungen und Familien dagegen grosse Mannigfaltigkeit zeigen, daher für die Classification von Wichtigkeit sind. Sie werden in ihrer Gesammtheit als Mundbesatz (peristomium) bezeichnet. Kommen sie in zwei concentrischen Kreisen vor, so ist der Mundbesatz doppelt und es wird ein äusseres und inneres Peristom unterschieden (Fig. 151 *B*, *p*; 153). Die Fortsätze oder Zähne (dentes) des äusseren Peristomes sind nur selten in der Zahl 4, häufiger zu 8, 16, 32 oder 64 vorhanden. Sie sind meist gelb oder rothbraun ge-

Fig. 154.

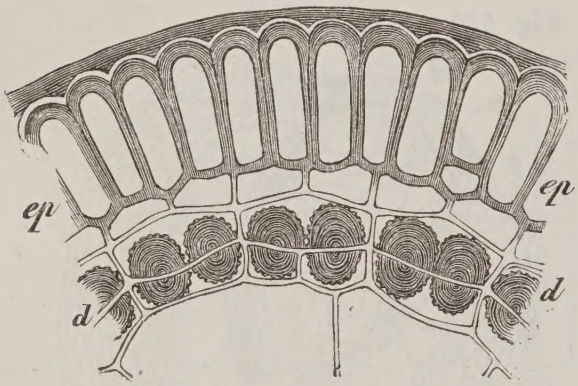


Fig. 152.

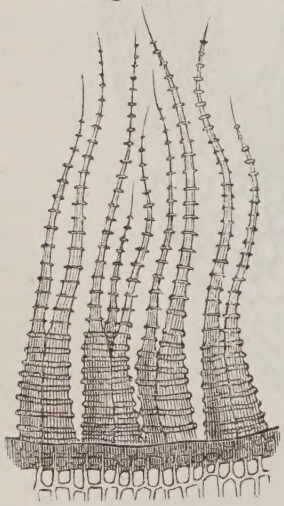


Fig. 153.

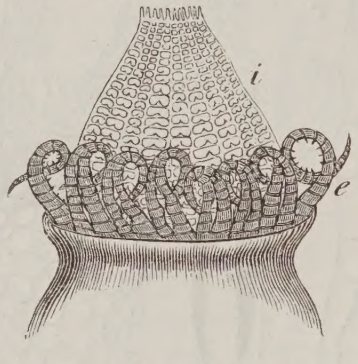


Fig. 152. Fissidens adiantoides. Vier Zähne des Peristoms, stark vergr., nach Schimper.

Fig. 153. Fontinalis antipyretica. Mündung des Sporogons mit äusserem (*e*) und innerem (*i*) Peristom, stark vergr., nach Schimper.

Fig. 154. Barbula reflexa. Querschnitt des äusseren oberen Sporogontheiles. *ep* Epidermis; *d* Zähne des Peristoms. Vergr. 500. Nach Lantzius-Beninga.

färbt, selten kurz oder breit, häufig lanzett- oder fadenförmig, ganz glatt oder dicht papillös, vertical oder schief oder quer gestreift oder gerippt (Fig. 152), einfach oder gespalten (Fig. 152) oder in der Mitte zerschlitzt und durchlöchert. Manchmal sind sie im unteren Theile gitterförmig oder durch eine verschieden gestaltete Membran verbunden und erst oberwärts frei. Die Entwickelungsgeschichte des Sporogoniums zeigt, dass sie in der Regel aus partiell verdickten und cuticularisirten Stellen der Membranen gewisser unter dem Deckel gelegener Zellreihen des Kapselinneren hervorgehen, nach erfolgter Lösung der nicht verdickten Wandstellen also die Ueberreste dieser Zellenreihen bilden (Fig. 151 *B*, *C*; 154 *d*). Nur selten spaltet sich das gesammte unter dem Deckel gelegene Gewebe in vier, dann aus zahlreichen Zellen gebildete Zähne (so bei Tetraphis, Fig. 148), oder werden die Zähne aus Bündeln dickwandiger Faserzellen gebildet, wobei dann die Bündel hufeisenförmig sind und die aufsteigenden Schenkel je zweier benachbarter Bündel gemeinsam einen Zahn zusammensetzen, wie bei den Polytrichaceen. Bei letzteren bleibt auch eine die Spitzen der Zähne verbindende Zellschicht nach dem Abfallen des Deckels und dem Vertrocknen der benachbarten Zellen als Paukenhaut oder Epiphragma zurück.

Das innere, meist kürzere Peristom besteht aus zahnartigen Fortsätzen (processus), die entweder bis zur Basis frei sind oder durch eine hohe, kielfaltige Haut verbunden werden oder in Folge des Auftretens von Querleisten ein zierliches Gitterwerk bilden (Fig. 153 *i*) u. s. w. Zwischen je zweien solcher Fortsätze stehen häufig noch 2 oder 3 fädige Wimpern. Die Fortsätze des inneren Peristomes wechseln in der Regel mit den Zähnen des äusseren ab.

542. Was die Systematik der stegocarpen Laubmoose betrifft, so lassen sich die wichtigsten deutschen Unterordnungen resp. Familien folgendermaassen gruppiren.

I. Sporenkapsel mit seltenen Ausnahmen gipfelständig an der Hauptaxe: **Musci acrocarpi** (Fig. 148, 149).

A. Stengel (wenigstens der sterile) 2reihig beblättert.

1. Blätter der sterilen Stengel vertical angeheftet, herablaufend, unter einander verschmolzen, der Stengel daher farnblattähnlich; fruchtbare Stengel mit mehrreihigen, quer angehefteten Blättern: Schistostegaceae (Schistostega).
2. Blätter an allen Stengeln quer angeheftet.
   a. Blätter aus scheidiger Basis durch die austretende Mittelrippe plötzlich lang pfriemenförmig: Distichiaceae (Distichium).
   b. Blätter schwertförmig reitend, indem die verlängerte Mittelrippe nach vorne und hinten breit blattartig geflügelt ist (Blatt an dasjenige von Iris erinnernd): Fissidentaceae (Fissidens).

B. Stengel stets mehrreihig beblättert.

1. Blätter weisslich, wie bei den Torfmoosen aus zweierlei, in 2—3 Schichten liegenden Zellen gebildet: schlauchförmigen, Chlorophyll führenden und grossen, lufthaltigen, porösen Zellen: Leucobryaceae (Leucobryum).
2. Blätter normal gebaut.
   a. Peristom aus 16, 32 oder 64 ungegliederten, zungenförmigen Zähnen, aus dickwandigen Faserzellen bestehend, gebildet, die Zähne an der Spitze unter einander durch ein Epiphragma verbunden. Blätter auf der Oberseite der Mittelrippe mit Längslamellen: Polytrichaceae (Atrichum, Polytrichum).
   b. Peristom 4zähnig, die Zähne aus dem kreuzweise gespaltenen, vielzelligen Gewebe des Deckelinneren gebildet: Tetraphidaceae (Tetraphis).
   c. Peristom einfach oder doppelt, aus Membranverdickungen in Form einfacher oder gespaltener Zähne gebildet, oder rudimentär oder fehlend.
      0 Inneres Peristom von einer kegelförmigen, mit 16 oder 32 Längsfalten versehenen Haut gebildet, das äussere aus sehr kleinen Zähnen bestehend: Buxbaumiaceae (Buxbaumia, Diphyscium).
      00 Inneres Peristom, wenn vorhanden, nur aus Zähnen gebildet.
         α. Zellnetz der Blätter überall sehr grossmaschig. Blätter nie mit Papillen.
            † Apophyse nicht oder doch nur unbedeutend vortretend: Funariaceae (Funaria, Discelium, Physcomitrium).
            †† Apophyse sehr stark kugelig, birnförmig, eiförmig oder schirmartig-häutig: Splachnaceae (Splachnum).
         β. Zellnetz der Blätter gegen die Spitze enger, die chlorophyllreichen Zellen dickwandiger, parenchymatisch oder prosenchymatisch; Zellen der Blattbasis ein weiteres, durchsichtigeres Netz bildend. Blätter oft papillös.

† Peristom meist doppelt, sehr selten einfach oder fehlend. Haube kappenförmig. Blätter meist breit, selten papillös. Kapsel meist lang gestielt, oft übergeneigt, meist hängend, selten aufrecht: Bryaceae (Webera, Bryum, Mnium, Meesea, Paludella, Aulacomnion, Bartramia, Philonotis).

†† Peristom meist einfach, bisweilen doppelt, selten fehlend. Blätter meist schmal.

* Blätter oft papillös, ihre Zellen in der Spitze klein und rundlich. Kapsel auf sehr verkürztem Stiele zwischen den Blättern eingesenkt sitzend oder auf etwas verlängertem Stiele wenig emporgehoben, fast stets symmetrisch. Peristom einfach, bisweilen doppelt, selten fehlend, die Zähne desselben meist papillös. Haube meist mützenförmig: Grimmiaceae (Grimmia, Racomitrium, Cinclidotus, Hedwigia, Coscinodon, Ulota, Orthotrichum, Encalypta).

** Blätter papillös oder glatt. Kapsel meist lang gestielt, aufrecht, fast immer symmetrisch. Peristom einfach, selten fehlend, mit 16 bis fast zur Basis getheilten oder 32 ungetheilten, schmalen, papillösen Zähnen. Haube meist kappenförmig: Pottiaceae (Pottia, Barbula, Trichostomum, Leptotrichum, Ceratodon).

*** Blätter schmal, ganz glatt. Kapsel verlängert gestielt, aufrecht, symmetrisch. Peristom aus 16 ungetheilten, glatten Zähnen bestehend, bisweilen fehlend. Haube kappenförmig, oder mützenförmig und dann gelappt: Seligeriaceae (Seligeria, Blindia).

**** Blätter papillös oder glatt. Kapsel oft verlängert gestielt (bei Systegium eingesenkt), symmetrisch oder unsymmetrisch. Peristom einfach, aus 16 meist bis unter die Mitte 2schenkeligen Zähnen gebildet, selten fehlend oder die Kapsel durch Querhaut geschlossen. Haube kappenförmig: Weisiaceae (Gymnostomum, Weisia, Cynodontium, Dicranum, Dicranella, Campylopus).

II. Sporenkapseln seitenständig: **Musci pleurocarpi** (Fig. 150).

A. Grosse, lang fluthende Wassermoose; die dreireihigen Blätter ohne Papillen und ihre Zellen überall prosenchymatisch. Inneres Peristom überall oder oben zu einer offenen, gitterartigen Kuppel vereinigt (Fig. 153): Fontinalaceae (Fontinalis, Dichelyma).

B. Erd-, Stein-, Baum- oder Sumpfmoose.

1. Blätter an dem verflachten Stengel meist scheinbar 2reihig, glatt.

a. Haube mützenförmig. Blattzellen prosenchymatisch: Hookeriaceae (Pterygophyllum).

b. Haube meist kappenförmig. Inneres Peristom mit basilärer Haut und wie das äussere 16zähnig: Neckeraceae (Neckera, Homalia, Leucodon).

2. Blätter mehrreihig.

a. Blätter papillös oder warzig; Zellen der Blattmitte verdickt, parenchymatisch. Haube kappenförmig: Leskeaceae (Leskea, Anomodon, Thuidium).

b. Blätter glatt.

0 Peristom einfach oder doppelt, 8- oder 16zähnig. Haube kappenförmig: Fabroniaceae (Fabronia, Anacamptodon).

00 Peristom doppelt. Inneres Peristom mit 16-kielig-faltiger Basilarhaut und 16 gekielten Fortsätzen, zwischen denen je meist 2—4 knotig-gegliederte Wimpern stehen. Haube kappenförmig: Hypnaceae (Pterigynandrum, Lescuraea, Climacium, Isothecium, Orthothecium, Homalothecium, Brachythecium, Eurhynchium, Plagiothecium, Hypnum, Hylocomium).

III. Gruppe. Pteridophyta. Farnpflanzen.

(Cryptogamae vasculares. Gefässkryptogamen.) S. 167.

543. Auftreten typischer Wurzeln an der in Axe und Blätter gegliederten Pflanze, vollkommenere Differenzirung der Gewebesysteme unter Ausbildung von Fibrovasalsträngen, ferner abweichender Generationswechsel, bei welchem die Geschlechtsorgane vom Vorkeime gebildet werden, aus der be-

fruchteten Eizelle sich die beblätterte und Sporen erzeugende, dem Sporogonium der Moose entsprechende Pflanze entwickelt, — das sind die Hauptmerkmale, welche die Pteridophyten von den Moosen trennen und zugleich den Anschluss dieser höchstorganisirten Gruppe der Sporenpflanzen an die Samenpflanzen vermitteln helfen.

544. Während in der Gruppe der Moose der Vegetationskörper häufig noch als Thallus auftritt (§ 512), ist dies bei den Gefässkryptogamen nicht mehr der Fall. In den Dimensionen des Stammes jedoch, sowie in Grösse, Form etc. der Blätter begegnen wir einem mannigfachen Wechsel, der innerhalb der einzelnen Classen kurze Berücksichtigung finden soll. Die meist in acropetaler Folge zur Anlage kommenden Wurzeln sind überall Nebenwurzeln, da die am Embryo angelegte Hauptwurzel frühzeitig verloren geht. Wurzellos sind nur Psilotum und Salvinia, sowie manche Hymenophyllaceen. In der Verzweigung der Wurzeln zeigen die Gefässkryptogamen den Phanerogamen gegenüber einen Unterschied darin, dass bei ihnen der Wurzelzweig nur in der innersten Rindenschicht (Strangscheide) der Mutterwurzel seinen Ursprung nimmt, während sich bei den Phanerogamen das Pericambium an seiner Anlage betheiligt. Die Gefässbündel liegen, wenn nicht ein einzelner Fibrovasalstrang die Axe central durchzieht, im Grundgewebe zerstreut. Echte Gefässe mit leiterförmig durchbrochenen Querwänden treten in ihnen nur in sehr seltenen Fällen (Pteris aquilina, Athyrium Filix femina) auf; ihre Stelle wird durch lange und weite Treppentracheïden vertreten, welche in der Regel den Haupttheil des Holzkörpers ausmachen. Die Gefässbündel sind ferner ausnahmslos geschlossene und (wenigstens in Stamm und Wurzeln) fast ausnahmslos concentrisch gebaute mit centralem Holzkörper (§ 151). Ein secundäres Dickenwachsthum geht den Gefässkryptogamen daher im Allgemeinen ab, und in den seltenen Fällen, in denen es beobachtet wird (bei Isoëtes), geht es nicht von einem Cambium aus wie bei den mit Dickenwachsthum begabten Dicotyledonen.

545. Die Sporen der Pteridophyten werden in Sporangien erzeugt, die in den allermeisten Fällen die Producte gewöhnlicher oder mehr oder minder metamorphosirter Blätter sind, nur selten (Selaginella, Psilotum) an der Axe entspringen. Das einzelne Sporangium geht entweder aus nur einer Epidermiszelle (Filices, Salviniaceae, Marsiliaceae) oder aus einer Zellengruppe hervor (Marattiaceae, Ophioglossaceae, Equisetaceae, Lycopodinae). Als Erzeugerin seiner Sporen functionirt entweder eine einzelne plasmareiche Zelle oder selten eine solche Reihe (Lycopodium?) oder Schicht (Isoëtes) von Zellen: das Archesporium, welches im jugendlichen Sporangium ausser durch die ein- oder mehrschichtige Wand noch von einer besonderen, in der Regel von ihm selbst abgeschiedenen Umhüllung aus einer oder mehreren Zellschichten (Tapetenzellen, Mantelschicht) umgeben ist, die später resorbirt wird (vgl. Fig. 157 *H*, *I*). Die Sporen sind entweder sämmtlich von gleicher Grösse und Form (Filices, Marattiaceae, Ophioglossaceae, Lycopodiaceae, die lebenden Equisetaceen); oder sie sind durch verschiedene Grösse (und oft auch verschiedene Form) als Macro- und Microsporen ausgezeichnet und werden in diesem Falle auch in zweierlei Sporangien — Macro- und Microsporangien — erzeugt (Marsiliaceae, Salviniaceae, Selaginelleae,

Isoëtaceae). Der aus der keimenden Spore hervorgehende Vorkeim oder das Prothallium ist stets ein thallusartiger Zellenkörper, der bei den isosporen, d. h. nur einerlei Sporen entwickelnden Pteridophyten an den Thallus der niederen Lebermoose erinnert (Fig. 158, 159), reichlich Chlorophyll besitzt, durch Rhizoiden am Substrate befestigt ist, sich also selbständig ernährt, meist kräftig ausgebildet und oft längere Zeit vegetirt, namentlich aber beiderlei Geschlechtsorgane trägt oder dieselben zu erzeugen wenigstens fähig ist. Bei den heterosporen, also zweierlei Sporen besitzenden Gefässkryptogamen dagegen sind die Vorkeime mehr oder minder rudimentär und immer nur eingeschlechtig. Die Microsporen liefern nur sehr rudimentäre männliche, meist in der Sporenhaut eingeschlossen bleibende Prothallien mit einem einzigen Antheridium (Fig. 197 *F—I*, 198 *E*, *F*). Das aus der Macrospore hervorgehende weibliche, nur wenige Archegonien (oft nur ein einziges) erzeugende Prothallium ist zwar kräftiger entwickelt als das männliche, aber doch weniger selbständig als bei den isosporen Familien, da es entweder gleichfalls in der Spore stecken (Isoëtaceen, Selaginellaceen; Fig. 198 *H*) oder beim Heraustreten doch auf derselben sitzen bleibt und von ihr ernährt wird (Marsiliaceen, Salviniaceen; Fig. 184 *p*).

546. Die Antheridien sind rundliche, frei aus dem Prothallium vorragende (Filices, Equisetaceae) oder ihm eingesenkte Gewebekörper (Marattiaceae, Ophioglossaceae, Lycopodiaceae); oder das Antheridium bleibt selbst in der Spore eingeschlossen (Marsiliaceae, Isoëtaceae, Selaginellaceae). Das Spermatozoid geht der Hauptsache nach aus dem sich an seiner Peripherie verdichtenden und dann in ein Schraubenband spaltenden Zellkern seiner Mutterzelle hervor (Fig. 197 *K*) und tritt, in die quellende Wand der letzteren eingeschlossen, aus (Fig. 161). Es besitzt an seiner vorderen Windung meist zahlreiche zarte Plasmawimpern (Fig. 161); selten trägt es dort nur 2 Cilien (Selaginella, Fig. 198 *G*) oder ist es an beiden Enden bewimpert (Isoëtes, Fig. 197 *N*). Beim Verlassen seiner Mutterzelle schleppt es oft noch ein bei seiner Bildung übrig bleibendes, Stärkekörnchen enthaltendes Bläschen mit sich (Fig. 161), das es aber spätestens beim Eintritt ins Archegonium abstreift.

547. Die Archegonien gehen stets aus einer oberflächlich gelegenen Vorkeimzelle hervor, überall in wesentlich derselben, bei den Farnen zu erläuternden Weise. Sie bestehen wie bei den Moosen (§ 509) aus einem Bauch- und Halstheile. Ersterer enthält auch hier das Ei, ist jedoch immer dem Vorkeimgewebe eingesenkt, seine Wand wird von letzterem selbst gebildet (Fig. 162). Der allein vorragende, meist kurze Hals umschliesst mit seiner aus 4 Zellenreihen gebildeten Wand nur eine einzige, schlauchförmige Halscanalzelle, zwischen welcher und der Centralzelle noch die von letzterer abgeschnittene Bauchcanalzelle liegt (Fig. 162 *E*). Wie bei den Moosen, so verschleimen auch bei den Gefässkryptogamen die Canalzellen des befruchtungsreifen Archegoniums, der quellende Schleim drängt die Scheitelzellen der Halswand aus einander und erfüllt Halscanal und Mündung (Fig. 163). Der aus dem befruchteten Ei hervorgehende Embryo zeigt schon nach den ersten Theilungen die Anlagen des Blattes, der ersten Wurzel, des Stammscheitels und eines eigenthümlichen, als „Fuss“ bezeichneten Gewebes (Fig. 164, 165). Letzteres tritt als ein wulst- oder fersenartiger Auswuchs her-

vor, der sich dem Grunde des Archegonbauches innig anschmiegt und dadurch dem Embryo Nahrung aus dem Vorkeime zuführt, so lange er nicht selbst in genügendem Maasse assimilirt. Der Embryo aber entwickelt sich zur hochorganisirten, selbständig werdenden Pflanze (dem Farnkraute, Schachtelhalm, Bärlapp etc.) und steht dadurch in auffallendem Gegensatze zum Sporogonium der Moose, das ihm, gleichfalls ein Product der Eizelle, morphologisch entspricht, doch gewissermaassen nur als Anhängsel der Moospflanze erscheint.

548. Die Pteridophyten lassen sich zur Zeit am naturgemässesten in folgender Weise gruppiren. Doch sind hier nur die auffälligsten Merkmale hervorgehoben worden; das Weitere muss in den speciellen Abschnitten nachgesehen werden.

I. **Filicinae.** Die Blätter sind im Verhältniss zum spärlich oder nicht verzweigten Stamme meist mächtig entwickelt, Wurzeln in der Regel zahlreich vorhanden. Die Sporangien entstehen aus einer einzigen oder einer Gruppe von Oberflächenzellen in der Regel zahlreich und in kleinen Gruppen (Sori) vereinigt an gewöhnlichen oder metamorphosirten Blättern oder Blattabschnitten (bisweilen denselben eingesenkt: Ophioglossaceae), die nicht auf bestimmte Regionen des Stammes beschränkt sind. Das Archesporium ist eine einzelne Zelle und die Sporen sind meist von einerlei Grösse und Form, seltener als Macro- und Microsporen entwickelt.

1. **Isospore Filicineen.** Nur einerlei Sporangien mit einerlei Sporen vorhanden, welche meistens monöcische, chlorophyllreiche, grosse, oberirdisch und selbständig vegetirende Vorkeime entwickeln.

A. **Leptosporangiatae.** Die meist mit tetraëdrischem Archesporium versehenen Sporangien gehen aus nur einer Epidermiszelle hervor.

1. **Filices:** Axe gewöhnlich nicht oder nur spärlich verzweigt. Blätter ohne Nebenblätter, im Knospenzustande schneckenförmig nach vorne eingerollt. Sporangien an nicht oder relativ wenig umgestalteten Blättern oder Blattabschnitten auf der Unterseite und meist in Gruppen (Sori) gestellt entstehend, mit einschichtiger Wand, bei der Reife sich mittels einer besonders ausgebildeten Zellenreihe (Ring) öffnend, ihr Archesporium meist 16 Sporenmutterzellen mit 64 Sporen liefernd. Antheridien über die Prothalliumoberfläche vorragend.

a. Hymenophyllaceae. Sporangien sitzend, mit einem vollständigen, schiefen oder horizontalen Ringe (Fig. 167), sich durch Längsriss öffnend, auf einem über den Blattrand als Columella vorragenden Nervenende sitzend und von einem zweiklappigen oder röhren- bis trichterförmigen Schleier umgeben. Blätter (mit Ausnahme der Nerven) fast stets einschichtig und ohne Spaltöffnungen. Die ersten Zelltheilungen des Prothalliums finden schon in der noch geschlossenen Spore statt.

b. Cyatheaceae. Sporangien sitzend oder kurz gestielt, mit einem vollständigen, schiefen, aber nahe dem Scheitel und der Anheftungsstelle des dicken Stieles verlaufenden Ringe (Fig. 168), durch einen Querriss sich öffnend; Schleier vorhanden oder fehlend.

c. Polypodiaceae. Sporangien meist lang gestielt, mit einem senkrecht über den Scheitel laufenden, unvollständigen Ringe, sich durch einen Querriss öffnend (Fig. 157), mit oder ohne Schleier, ihre Stellung verschieden.

d. Gleicheniaceae. Sporangien sitzend, mit einem vollständigen, horizontal etwas oberhalb der Mitte verlaufenden Ringe (Fig. 169), sich durch Längsriss öffnend, gewöhnlich nur zu wenigen beisammen und ohne Schleier auf der Blattunterseite den Nerven aufsitzend.

e. Schizaeaceae. Sporangien sitzend oder kaum gestielt, mit vollständigem, horizontal dicht unterhalb des Scheitels verlaufendem, turbanartigem Ringe, sich durch Längsriss öffnend, meist ohne Schleier (Fig. 170).

f. Osmundaceae. Sporangien sehr kurz und dick gestielt, mit einem rudimentären Ringe, der nur aus einer kleinen Gruppe eigenthümlicher, nahe dem Scheitel auf dem Rücken des Sporangiums gelegener Zellen gebildet wird, an der diesem Ringe gegenüber liegenden Seite mit einem Längsriss aufspringend (Fig. 171). Schleier fehlt.

B. **Eusporangiatae.** Die Sporangien gehen aus einer Gruppe von Oberflächenzellen hervor und ihr Archesporium ist die hypodermale Zelle der axilen Zellenreihe der Anlage.

Nur einerlei Sporen vorhanden. Antheridien dem Vorkeimgewebe eingesenkt. Stamm meist kurz und unverzweigt.

2. **Marattiaceae:** Mit Nebenblättern. Blätter in der Knospe schneckenförmig eingerollt. Sporangien frei auf der Blattfläche, mit mehrschichtiger Wand, mit rudimentärem Ringe oder ohne solchen, zahlreiche Sporen entwickelnd und unter sich frei oder gruppenweise zu kapselartigen Gebilden verschmolzen. Vorkeim gross, chlorophyllreich, selbständig und oberirdisch vegetirend.

a. Angiopteridieae. Sporangien frei, dickwandig, sitzend, mit einem nach Art der Osmundaceen rudimentären Ringe und wie bei letztgenannter Familie sich öffnend, stets zu mehreren auf den Nerven der Blattunterseite einen Fruchthaufen oder Sorus bildend, wie bei den folgenden beiden Familien ohne Schleier.

b. Marattieae. Sporangien ohne Ring, zu einem dickwandigen, sitzenden oder gestielten, kapselartigen, mehrfächerigen Gebilde verschmolzen, dessen Fächer sich mit je einem Längsrisse in eine centrale napfförmige Vertiefung öffnen (Kaulfussia), oder das muschelförmig-zweiklappig aufspringt und die Fächer durch je einen Längsriss auf der Trennungsfläche münden lässt (Marattia — Fig. 172).

c. Danaeaceae. Wie vorige Familie, aber jedes Sporangiumfach sich auf seinem Scheitel mit einem Porus öffnend.

3. **Ophioglossaceae:** Ohne Nebenblätter. Blätter in der Knospe nicht schneckenförmig eingerollt. Sporangien an metamorphosirten Blattabschnitten frei oder denselben eingesenkt, ohne Ring, mit mehrschichtiger Wand und zahlreichen Sporen (Fig. 177—180). Vorkeim mehr oder weniger knollenförmig, chlorophylllos, selbständig und unterirdisch vegetirend (Fig. 181).

2. **Heterospore Filicineen.** Zweierlei Sporen in verschiedenen Sporangien vorhanden: Macrosporangien mit nur einer grossen Macrospore, Microsporangien mit 64 kleinen Microsporen.

4. **Hydropterides** oder **Rhizocarpeae:** Stamm horizontal, mehr oder weniger reich verzweigt, auf dem Rücken Blätter, auf der Bauchseite Wurzeln tragend, selten wurzellos (Salvinia). Blätter im Knospenzustande nicht immer spiralig eingerollt. Sporangien in bohnenförmigen oder kugeligen, ein- oder mehrfächerigen „Früchten" (Sporocarpien) entstehend, welche metamorphosirte Blattzipfel sind. Beiderlei Sporangien in Sori vereinigt, mit einschichtiger Wand, ohne Ring. Antheridien sammt dem rudimentären männlichen Prothallium manchmal in der Spore eingeschlossen sich entwickelnd. Weiblicher Vorkeim klein, chlorophyllhaltig, mit der Macrospore in Verbindung bleibend.

a. Marsiliaceae. Macro- und Microsporangien in derselben Sporenfrucht. Blätter im Knospenzustande schneckenförmig nach vorne gerollt (Fig. 186—191).

b. Salviniaceae. Macro- und Microsporangien getrennt in verschiedenen Sporenfrüchten, aber auf derselben Pflanze. Blätter in der Knospenlage einfach gefaltet (Fig. 182—185).

II. **Equisetinae.** Die Blätter sind im Verhältniss zum meist reich und quirlig verzweigten Stamme klein und zu scheidenförmigen, gezähnten Quirlen verwachsen (Fig. 192 A, B). Die Sporangien entstehen aus Gruppen von Oberflächenzellen an schildförmigen, gestielten, eine endständige Aehre bildenden Blättchen (Fig. 192 A, F, G); ihr hypodermales, einzelliges Archesporium liefert zahlreiche gleichgestaltete Sporen, die sich durch zwei schraubige, abrollbare Elateren auszeichnen (Fig. 192 J). Vorkeime chlorophyllreich, selbständig und oberirdisch vegetirend, aber meist diöcisch, die grösseren weiblich, die kleineren männlich. — Hierher von lebenden Formen nur die

5. **Equisetaceae** gehörend, auf die sich obige Angaben allein beziehen.

III. **Lycopodinae.** Stamm einfach oder verzweigt, mit zahlreichen, meist kleinen, einfachen, nur von einem Gefässbündel durchzogenen Blättern. Sporangien häufig endständige Aehren bildend, auf der Basis der Blätter oder axilär oder über der Blattachsel am Stamme und immer aus einer Gruppe von Oberflächenzellen entstehend.

A. **Isospore Lycopodineen.** Nur einerlei Sporen, welche knollenförmige, chlorophyllfreie, selbständig und unterirdisch vegetirende, monöcische Vorkeime mit eingesenkten Antheridien liefern (Fig. 194). Blätter ohne Ligula.

6. **Lycopodiaceae:** Stamm verzweigt und ohne Scheitelzelle. Sporangien einfächerig, einzeln in der Achsel oder auf der Basis gewöhnlicher Blätter oder häufiger mit abweichend gestalteten Tragblättern endständige Aehren bildend, bei der Reife sich durch Querspalt öffnend. Archesporium eine Zellenreihe (?) bildend.

7. **Psilotaceae:** Zwei oder drei Sporangien am Ende kurzer, zweiblätteriger Zweige zu zwei- oder dreifächerigen, kapselartigen Gebilden verschmolzen.

B. **Heterospore Lycopodineen.** Zweierlei Sporangien mit Macro- und Microsporen vorhanden. Rudimentäres männliches Prothallium sammt Antheridium in der Spore eingeschlossen, auch das kleine weibliche Prothallium in der Spore bleibend. Blätter mit Ligula.

8. **Isoëtaceae:** Stamm unverzweigt, knollenförmig, ohne Scheitelzelle. Blätter pfriemlich (binsenartig). Sporangien einzeln in einer Grube des stark scheidig verbreiterten Blattgrundes sitzend, mehrkammerig, beiderlei Sporangien mit zahlreichen Sporen, ihr Archesporium eine Zellschicht bildend. Weiblicher Vorkeim die Spore ganz ausfüllend.

9. **Selaginellaceae:** Stamm schlank, wiederholt gabelig verzweigt, häufig mit Scheitelzelle. Blätter klein, flach, die einfächerigen Sporangien auf der nicht scheidigen Basis tragend. Macrosporangien mit 4, Microsporangien mit zahlreichen Sporen, beide mit einzelligem Archesporium. Weiblicher Vorkeim im Scheitel der Spore, unter ihm ein zur Ernährung des Embryo dienendes Endosperm.

V. Classe. Filicinae. (S. 299.)

20. Ordnung. Filices. (Vgl. S. 299.)

549. Die stets mittels einer Scheitelzelle (§ 170, 171) wachsende Axe der Farne ist bald ein im Boden oder auf der Erde oder an Baumstämmen kriechendes, oft fadendünnes Rhizom, bald ein schief aufsteigendes, wenig entwickeltes Stämmchen, bald ein senkrechter, säulenartiger Stamm (Cyatheaceen). Eine Verzweigung findet seltener statt als bei anderen Pflanzen; sie ist in allen genauer untersuchten Fällen eine monopodiale. Die meist concentrisch gebauten, bei Osmunda und häufig in den Blättern collateralen Fibrovasalstränge (§ 544) bilden in der Axe gewöhnlich einen netzmaschigen, Rinde und Mark trennenden Hohlcylinder; seltener sind sie als axiler Strang oder axiles Rohr entwickelt. In den Stämmen vieler Cyatheaceen treten neben dem starken Netze der gewöhnlichen Fibrovasalstränge noch dünne mark- und rindenläufige Stränge auf. Gewöhnlich ist der ganze Stamm mit schuppenartigen Trichomen (Spreuschuppen), wenigstens an seinen jüngeren Theilen, bedeckt. Eben so häufig ist er dicht von Neben- und Adventivwurzeln eingehüllt, welche die früh absterbende Hauptwurzel der Farnkräuter ersetzen und bei Axen mit sehr gedrängt gestellten Blättern aus den Blattstielbasen entspringen. Ueber das Wurzelwachsthum ist § 175 (Fig. 52) nachzusehen.

550. Die Blätter stehen an kriechenden Rhizomen oft weit vom nackten Scheitel entfernt und in zwei Zeilen geordnet; bei aufrechten oder aufsteigenden Stämmen aber hüllen sie den Vegetationskegel als Knospe ein und sind spiralig gestellt. In der Jugend sind sie mit der Spitze stets spiralig nach vorne eingerollt. Eine keilförmige, rechts und links segmentirende Scheitelzelle functionirt nur kurze Zeit; das Flächenwachsthum findet später durch gleichgestaltete, regelmässig durch Radial- und Tangentialwände sich theilende Randzellen statt. Das oft lange andauernde Spitzenwachsthum wurde bereits im § 26, das Vorkommen von Brutknospen (Fig. 155) auf der Lamina und am Blattstiele im § 21 erwähnt.

In ihrer Gestalt und Grösse variiren die Blätter der Farne mehr, als die der meisten anderen Pflanzenfamilien. Vom kleinsten, kaum 1 cm langen

moosblattähnlichen Blatte der niedrigst organisirten Hymenophyllaceen bis zu den 3—4 und mehr m langen und breiten, vier- bis fünffach gefiederten Blättern mancher Baumfarne giebt es eine lange Reihe mannigfaltiger Uebergänge. Ebenso wechselnd ist die namentlich für Classification der fossilen und vieler Gattungen der lebenden Farne wichtige Nervatur, sowie das Vorkommen von Spreuschuppen und Haaren. Wichtig ist für die Systematik auch der Umstand, ob sich der Stiel des abgestorbenen Blattes unter Zurücklassung einer Narbe glatt von der Axe ablöst (Polypodium), oder ob seine allmählich verwesende Basis noch lange an der Axe erhalten bleibt (Aspidium, Phegopteris, Asplenium).

551. Die Sporangien der Farne entwickeln sich auf der Unterseite oder am Rande der Blätter, sehr selten auch auf der oberen Blattfläche (Polybotrya cervina). In den wenigsten Fällen sind sie gleichmässig (mit Ausnahme der Mittelrippe) über die ganze Blattunterseite vertheilt, so dass diese dicht von Sporangien bedeckt wird (Acrostichaceen). Meistens entwickeln sie sich über bestimmten Stellen der Gefässbündel oder Nerven, kleine, bestimmt umschriebene Gruppen (Sori) bildend, die entweder nackt oder von einem schuppenartigen Trichomgebilde, dem Schleier (Indusium — Fig. 157 A, *i*) oder auch vom umgeschlagenen Blattrande bedeckt sind. Für die Unterscheidung von Gattungen sind Form des Sorus sowie Gestalt und Anheftung des Schleiers, von dem einige Formen in Fig. 156 dargestellt wurden, von Wichtigkeit.

Fig. 155.

Bei manchen Gattungen oder Familien sind die sterilen und fructificirenden Blätter verschieden gestaltet (Blechnum Spicant und verwandte Arten der Gattung, Polybotrya), oder ein fructificirender Blattabschnitt unterscheidet sich durch seine Form von einem sterilen. Oft ist an den sporangientragenden Blatttheilen das Parenchym bis auf wenige Lagen um die Nerven herum reducirt (Osmunda, Aneimia etc.).

552. Die Sporangien eines Sorus stehen meist auf einer über dem Nerven sich erhebenden Anschwellung des Blattparenchyms, dem Receptaculum, das häufig einen kurzen Nervenast aufnimmt (Fig. 157 A, *r*). Das einzelne Sporangium tritt bei den Polypodiaceen als papillöse Ausstülpung einer einzelnen Epidermiszelle hervor, welche durch Querwand sich abgliedert und gleich darauf noch einmal durch eine Querwand (Basalwand) in einen Stiel und die eigentliche Sporenkapsel getheilt wird. In letzterer entstehen dann nach einander und unter Winkeln von etwa 120° im Kreise divergirend, drei geneigte, einander schneidende Wände (Fig. 157 B und C im optischen Längsschnitte, E und F im Querschnitte, die Ziffern in der Altersfolge der Wände), welche drei peripherische (Wand-) Zellen und eine mittlere tetra-

---

Fig. 155. Aspidium Filix mas Sw. Brutknospe auf der Blattstielbasis; natürliche Grösse.

ëdrische Zelle bilden. Letztere zerfällt durch eine dem Scheitel parallele Wand in eine tetraëdrische Innenzelle (Fig. 157 D, *c*) und eine vierte Wand-

Fig. 156.

Fig. 156. Sorus- und Schleierformen von Polypodiaceen; die meisten Figuren vergr. *a* Adiantum; *b* dasselbe, Stück des Sorus auf der Unterseite des zurückgeschlagenen Fiederlappens. *c* Lindsaya. *d* Blechnum; *e* dasselbe, Stück einer Fieder mit theilweise entfernten Indusien. *f* Cystopteris; *g* dieselbe, einzelner Sorus. *h*, *i* Davallia. *k* Cheilanthes; *l* dieselbe, Stück des Fiederrandes mit 2 Sori, von dem einen der Schleier zurückgeklappt. *m* Pteris; *n* dieselbe, Fiederstück stärker vergr. *o* Woodwardia; *p* dieselbe, Fiederstück stärker vergr. *q* Scolopendrium. *r*, *s* Asplenium. *t* Aspidium. *u* Woodsia; *v* dieselbe, einzelner Sorus. *w* Gymnogramme. *x* Polypodium; *z* dasselbe, Stück der Fieder vergrössert.

Fig. 157.

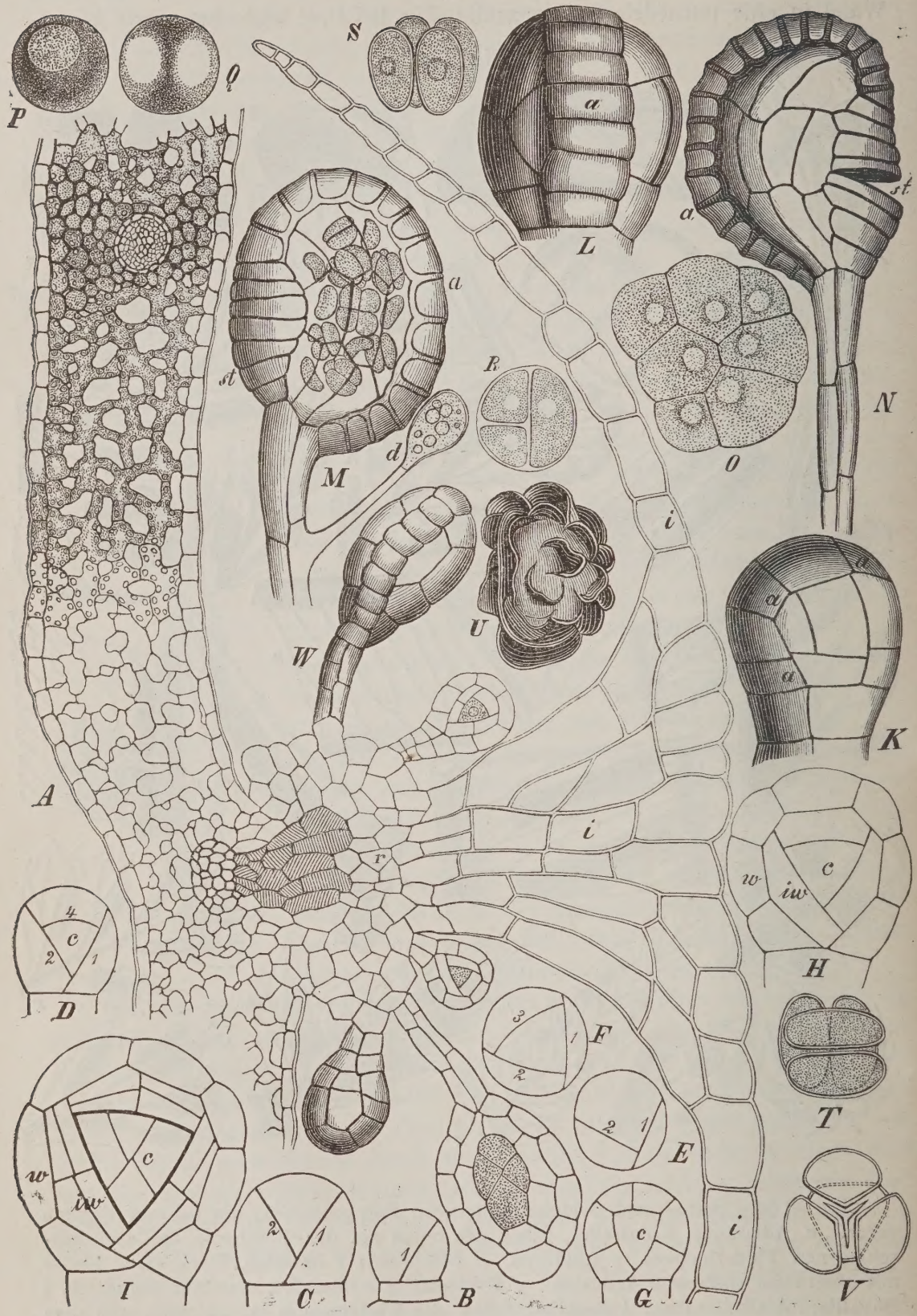


Fig. 157. A Querschnitt durch eine Fieder mit Sorus von Aspidium Filix mas Sw. Der Zelleninhalt wurde nur theilweise angedeutet (Vergr. ca. 100). B—I Entwickelung des Sporangiums von Aspidium trifoliatum (Vergr. 350). K Junges Spo-

zelle. Aus den vier Wandzellen, die sich durch Radialwände weiter theilen (Fig. 157 G—L), entsteht die Sporangiumwand, in welcher eine senkrecht über den Scheitel verlaufende Zellenreihe (Fig. 157 K und L: *a*) durch häufigere Theilungen sich zum etwas über die Sporangiumoberfläche vortretenden Ringe differenzirt, dessen Innenwände sich stark verdicken (Fig. 157 M, N) und braun oder gelb färben, während die Aussenwände wie die übrigen Wandzellen des Sporangiums zart bleiben. Uebrigens enthält auch der Ring der Polypodiaceen (und Cyatheaceen) auf der Vorderseite des Sporangiums eine Anzahl schmaler, quergestreckter, dünnwandiger Zellen, die den Mund (Stomium) bilden, wo das Sporangium zur Zeit der Reife durch Streckung des hygroskopischen Ringes aufreisst (Fig. 157 M, N: *st*; Fig. 168 *a—d*).

553. Die innere Zelle des jungen Sporangiums gliedert zunächst durch den ersten Hauptwänden parallele Theilungen als innere Wandschicht vier Tapeten- oder Mantelzellen ab (Fig. 157 H, *iw*), welche sich durch Radial- und Tangentialwände weiter theilen (Fig. 157 I, *iw*), später aber wieder aufgelöst und für die Ernährung der wachsenden Sporen verbraucht werden. Letztere entstehen durch wiederholte Zweitheilung des tetraëdrischen Archesporiums (Centralzelle, Fig. 157 I, *c*) in gewöhnlich 16 Sporenmutterzellen und Viertheilung dieser, die entweder simultan nach den Ecken eines Tetraëders oder succedan in zwei einander rechtwinkelig kreuzenden Ebenen erfolgt. Im ersteren Falle sind die Sporen kugeltetraëdrisch (radiär) und mit drei leistenartigen, auf dem Scheitel sternförmig zusammenstossenden Verdickungen versehen (Fig. 157 V), im letzteren bohnenförmig (bilateral) und mit nur einer Längsleiste auf der concaven Seite (Fig. 157 S—U). Die gewöhnlich gefärbte Sporenmembran, welche erst nach erfolgter Theilung der Mutterzellen um den Plasmainhalt derselben sich bildet, besitzt ein derbes, cuticularisirtes Exosporium mit verschiedenartigen localen Verdickungen (Fig. 157 U) und ein zartes, farbloses Endospor. Im Plasma ist bald Chlorophyll vorhanden, bald nicht. Im ersteren Falle tritt die Keimung bereits kurze Zeit nach dem Ausfallen der Sporen ein.

In Bezug auf Form des Sporangiums, des Ringes und Stieles treten bei den einzelnen Familien mancherlei Verschiedenheiten auf, die zur Classification benutzt werden (§ 548, 562—566).

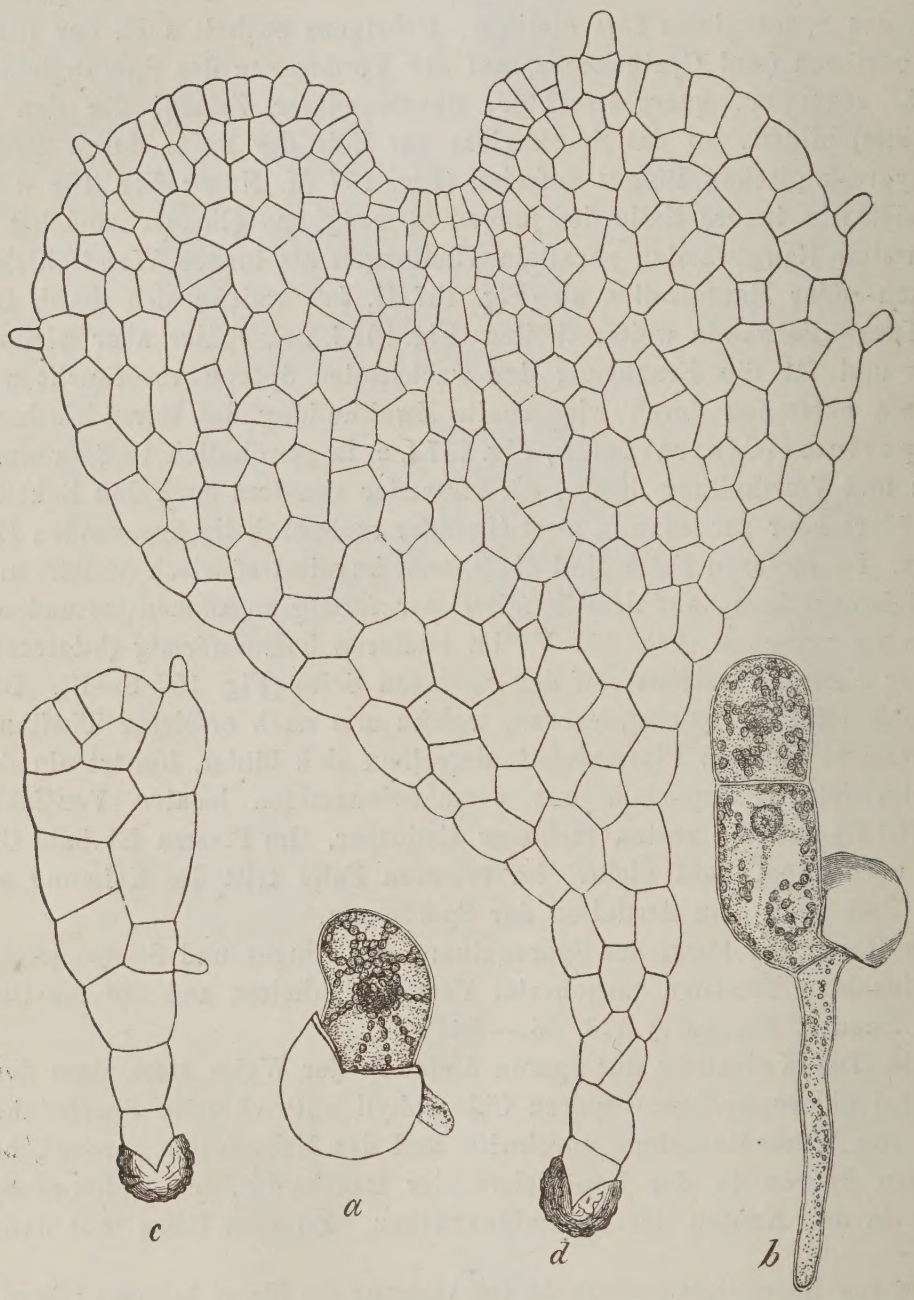
554. Die Keimung der Sporen findet in der Weise statt, dass der nun auch bei chlorophylllosen Sporen Chlorophyll entwickelnde Sporeninhalt in Folge von Wasseraufnahme anschwillt und das Exosporium sprengt, bei bilateralen Sporen in der Längsleiste der Bauchseite, bei radiären Sporen lappig in den Kanten der Pyramidenflächen. Zu dem Risse tritt dann das

---

rangium von Nephrolepis exaltata, in der Anlegung des Ringes begriffen (Vergr. 350), nach Reess. L Halbreifes Sporangium von Blechnum occidentale vom Rücken gesehen (Vergr. 350), nach Reess. M In der Ausbildung der Sporen begriffenes und N reifes und entleertes Sporangium von Aspidium Filix mas (Vergr. ca. 120). O Gruppe von Sporenmutterzellen (Vergr. 350). P—R Einzelne Sporenmutterzellen in verschiedenen Stadien der Theilung (Vergr. 425). S und T Junge Tetraden bilateraler Sporen von Aspidium Filix mas. U Reife Spore von Aspidium Filix mas, (Vergr. 500). V Tetrade radiärer Sporen. — *c* Innenzelle, respective Centralzelle, *iw* innere Wandzellen, *w* Wandzellen, *a* Ring, *st* Stomium, *d* Drüsenhaar des Sporangiums, *r* Receptaculum, *i* Indusium.

Endosporium als dicke, stumpfe Papille, als Anfang des Vorkeimes, heraus. Bei den Gleicheniaceen wird jedoch um das Sporenplasma eine neue Membran gebildet, welche zum Vorkeime auswächst, eine Erscheinung, die

Fig. 158.

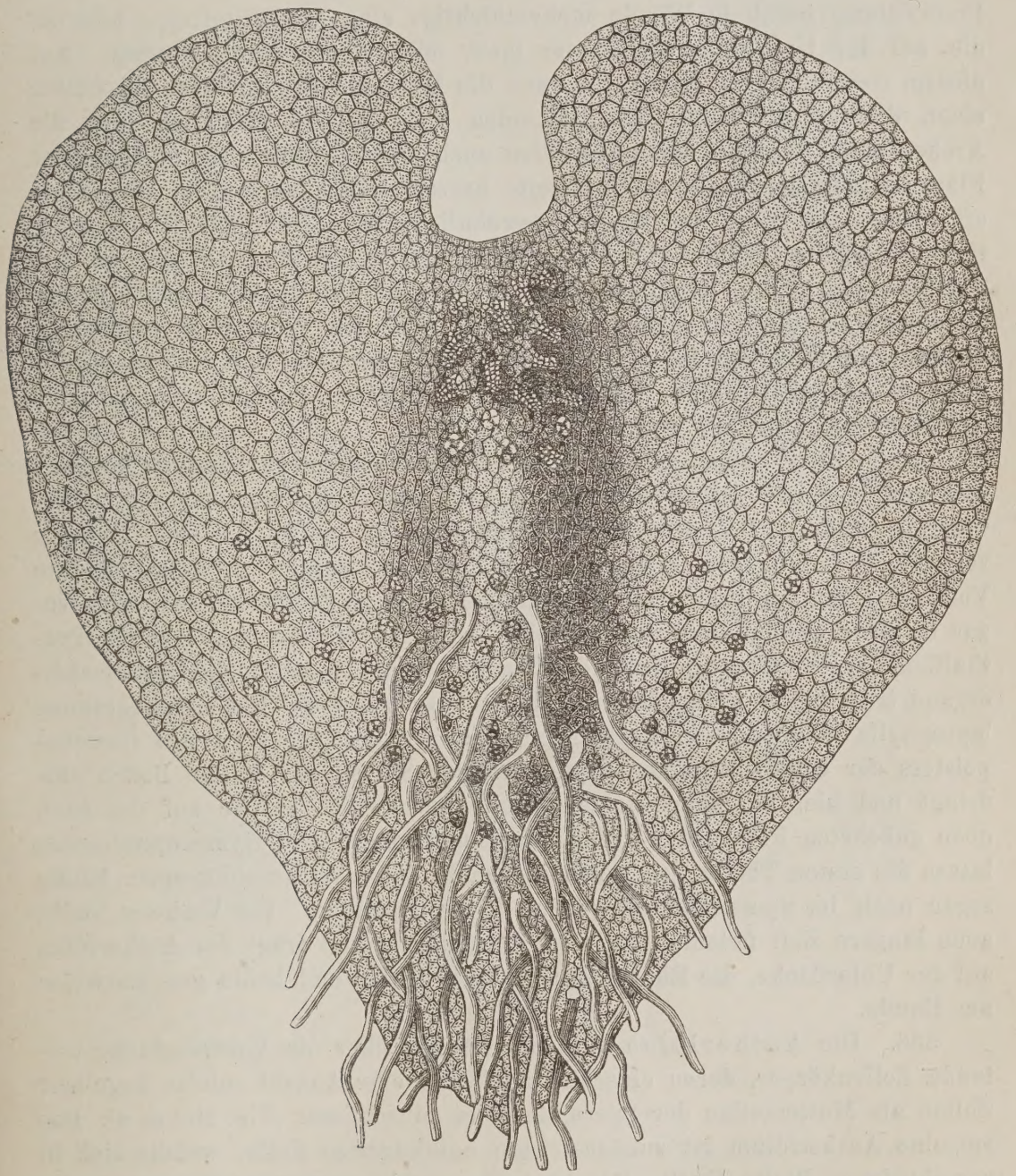


möglicherweise auch bei anderen Farnsporen beobachtet werden könnte. Der junge Vorkeim wächst bei den Polypodiaceen und Cyatheaceen zunächst zu einem Schlauche aus, der meist schon früh an seinem Grunde eine

Fig. 158. *a* und *b* junge Prothallien von Dicksonia antarctica (Vergr. 240). *c* Jüngeres und *d* älteres Prothallium von Aspidium Filix mas (Vergr. 120). Exospor dem Hinterende des Vorkeims noch anhängend.

schlankere Ausstülpung als erstes Rhizoid vortreten lässt und sich selbst durch Querwände theilt (Fig. 158 *a*, *b*), darauf in seinen vorderen Zellen Längswände erhält und so zu einer spatelförmigen Zellenfläche wird (Fig. 158 *c*).

Fig. 159.



Häufig wächst der junge Vorkeim mit einer keilförmigen, nach rechts und links Segmente abgebenden Scheitelzelle, die aber in allen Fällen bald verschwindet, oft genug auch von Anfang an nicht vorhanden ist, so dass zu

Fig. 159. Vorkeim eines Farnkrautes mit Antheridien und Archegonien, stark vergrössert und von der Unterseite gesehen.

jeder Zeit eine Reihe gleichwerthiger Randzellen den Vegetationspunkt bildet. In Folge rascheren Wachsthums der seitlich vom Vegetationspunkte gelegenen und sich sehr unregelmässig theilenden Zellen wird der Vorkeim bald herzförmig (Fig. 158 *d*) und an seinem Rande entspringende Adventivsprosse machen ihn oft unregelmässig lappig. Früher oder später wird ferner das in der Mittellinie gelegene Parenchym durch der Oberfläche des Prothalliums parallele Wände mehrschichtig, eine Art Mittelrippe bildend, die auf der Unterseite als Polster mehr oder minder stark vortritt. Auf diesem Gewebepolster entspringt dann die Mehrzahl der späteren, bisweilen einen dichten Filz bildenden Rhizoiden und auf ihm entstehen stets die Archegonien, während die Antheridien auch aus beliebigen Randzellen oder Flächenzellen der Vorkeim-Unterseite hervorgehen können (Fig. 159). Der oft über 1 cm lange und breite, gewöhnlich zarte, stets selbständig vegetirende Vorkeim zeichnet sich durch freudig grüne Färbung aus und ist fast durchweg monöcisch, wobei jedoch die Archegonien gewöhnlich etwas später auftreten als die Antheridien. Schlecht ernährte Prothallien entwickeln häufig nicht das archegonientragende Gewebepolster; sie sind ameristisch, besitzen nur Antheridien, können aber bei besserer Ernährung in normale Vorkeime umgewandelt werden.

555. Abweichungen von der geschilderten Vorkeimentwickelung kommen mehrfach vor und als bemerkenswertheste mögen die folgenden kurze Erwähnung finden. Bei den Osmundaceen wird die zuerst aus dem Exospor vortretende Papille zum ersten Rhizoid, der vom Exospor vorläufig bedeckte Vorkeim schon durch die ersten Theilungen in eine Zellfläche, bisweilen sogar in einen Zellenkörper umgewandelt. Am gekrümmt-spatelförmigen Prothallium der Schizaeaceen liegen der Vegetationspunkt und das die Geschlechtsorgane tragende Gewebepolster an der concaven Kante. Bei Gymnogramme leptophylla bildet das mehrfach gelappte Prothallium statt des Gewebepolsters der Unterseite einen zapfenförmigen Spross, der in den Boden eindringt und hier zu einer kleinen Knolle anschwillt, welche auf der nach oben gekehrten Fläche die Archegonien entwickelt. Die Hymenophyllaceen lassen die ersten Theilungen schon innerhalb der noch geschlossenen, häufig sogar noch im Sporangium liegenden Spore eintreten. Ihr Vorkeim bleibt auch längere Zeit fadenförmig, stets einschichtig und trägt die Antheridien auf der Unterfläche, die Rhizoiden und Archegonien und beide gruppenweise am Rande.

556. Die Antheridien sind halbkugelig über die Vorkeimfläche tretende Zellenkörper, deren einschichtige Wand eine Anzahl zuletzt kugeliger Zellen als Mutterzellen der Spermatozoiden einschliesst (Fig. 160 *d*, *n*). Das einzelne Antheridium ist zunächst eine halbkugelige Zelle, welche sich in verschiedener Weise theilt. Bei Aneimia entsteht zuerst eine Querwand, der sich eine glockenförmige Wand allseitig aufsetzt (Fig. 160 *a*, *a'*). Die Aussenzelle zerfällt dann durch eine etwas oberhalb der Mitte sich bildende Ringwand in eine Deckenzelle und Ringzelle (Fig. 160 *b*, *b'*). Bei Osmunda treten statt der ersten Querwand zwei einander schief aufgesetzte Wände auf (Fig. 160 *g*), und die dann in gleicher Weise entstehende glockenförmige Aussenzelle (Fig. 160 *h*) theilt sich durch über den Scheitel verlaufende

senkrechte Wände in vier oder mehr, später meist wellig gebogene Zellen

Fig. 160.

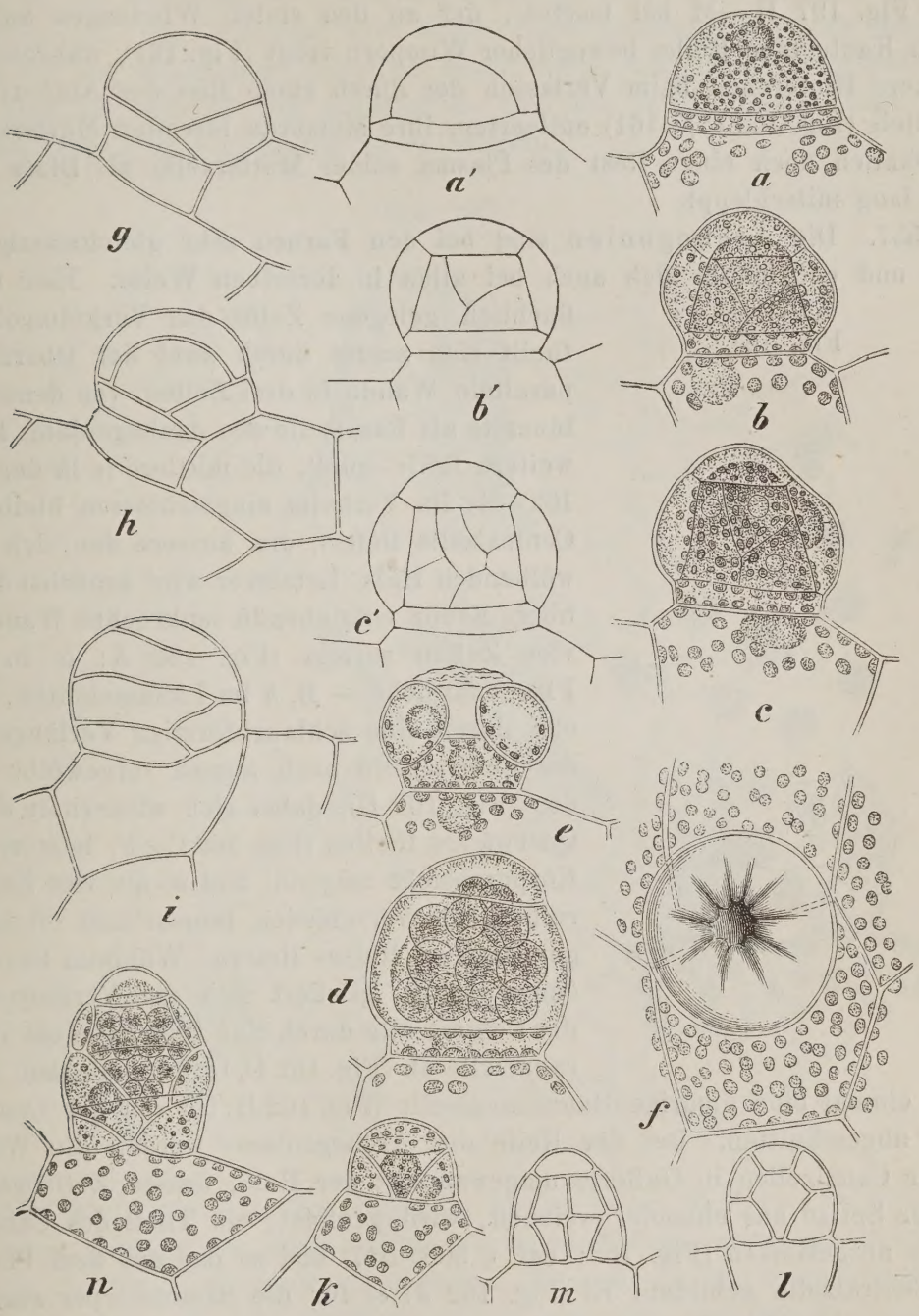


Fig. 160. *a*—*f* Antheridien von Aneimia hirta (Vergr. 325) nach Kny: *a* sehr jung, mit Inhalt gezeichnet; *a′* dasselbe nach Behandlung mit Kalilauge; *b* etwas älter, *b′* dasselbe mit Kalilauge behandelt; *c* noch älteres Antheridium mit Inhalt und *c′* dasselbe mit Kalilauge behandelt; *d* Antheridium mit Spermatozoiden-Mutterzellen; *e* geöffnetes und entleertes Antheridium; *f* = *e* von oben gesehen. — *g*—*i* Antheridien von Osmunda regalis (Vergr. 240): *g* nach den ersten beiden Theilungen, *h* mit der Glockenwand, *i* fertig und von aussen gesehen. — *k*—*n* Antheridien von Asplenium alatum (Vergr. 325) nach Kny: *k* sehr jung, *l* und *m* ältere Entwickelungsstadien mit Weglassung des Inhaltes, *n* reifes Antheridium mit Spermatozoiden-Mutterzellen. Fig. *a*—*c*, *e*, *g*, *h*, *l* und *m* im optischen Durchschnitte.

(Fig. 160 *i*). In allen Fällen entstehen aus der Centralzelle durch wiederholte Zweitheilung (Fig. 160 *b*, *c*, *m*) die Mutterzellen der Spermatozoiden. In jeder derselben entwickelt sich ein schraubig gewundener Samenkörper (vgl. Fig. 197 H—M bei Isoëtes), der an den ersten Windungen auf der einen Kante eine Reihe beweglicher Wimpern trägt (Fig. 161), während das stärkere Hinterende beim Verlassen der durch einen Riss des Antheridienscheitels (Fig. 160 *e*, *f*; 161) entleerten, ihre Membran lösenden Mutterzellen gewöhnlich noch einen Rest des Plasma seiner Mutterzelle als Blase eine Zeit lang mitschleppt.

557. Die Archegonien sind bei den Farnen sehr gleichmässig gebaut und entwickeln sich auch bei allen in derselben Weise. Eine oberflächlich gelegene Zelle des Vorkeimpolsters theilt sich zuerst durch zwei der Oberfläche parallele Wände in drei Zellen, von denen die innerste als Basalzelle des Archegoniums keine weitere Rolle spielt, die mittlere (*c* in der Fig. 162) die im Vorkeim eingeschlossen bleibende Centralzelle liefert, die äussere den sich vorwölbenden Hals. Letzterer wird zunächst durch übers Kreuz entstehende senkrechte Wände in vier Zellen zerlegt (Fig. 162 A: *a* in der Flächenansicht — B, *h* im Längsschnitte), welche durch eine schlauchförmige Verlängerung der Centralzelle nach aussen vorgewölbt werden (Fig. 162 C), dabei sich wiederholt durch Querwände theilen (Fig. 162 C—F, letztere die Körperansicht zeigend) und so die vier Zellenreihen des verschieden langen und oft etwas gekrümmten Halses liefern. Während letzterer emporwächst, gliedert sich die Verlängerung der Centralzelle durch eine Querwand als Halscanalzelle ab (Fig. 162 D, G: *hc*) und dann wird noch einmal eine niedrige Bauchcanalzelle (Fig. 162 B: *bc*) von der Centralzelle abgeschnitten. Bei der Reife des Archegoniums werden die Wände beider Canalzellen in Gallerte umgewandelt; der Hals, dessen Zellenreihen an der Spitze aus einander weichen, wird geöffnet, ein Theil des Canalinhaltes ausgestossen (Fig. 163; vgl. § 509, 547) und so das aus dem Plasma der Centralzelle gebildete Ei (Fig. 162 J: *e*) für die Samenkörper zugänglich gemacht. Die Bewegungen der letzteren werden innerhalb des Halses langsamer, ihre Windungen stark aus einander gezogen. Erst mit dem Eintritte in die Centralzelle tritt unter Zusammenziehung der Körperwindungen wieder lebhaftere Bewegung ein. Das erste der in die Centralzelle gelangenden Spermatozoiden (die meisten bleiben im Halse stecken) stösst gewöhnlich mit seinem Vorderende sofort auf den Empfängnissfleck des Eies,

Fig. 161.

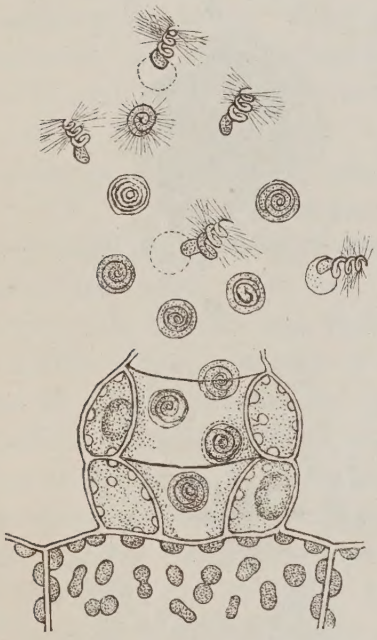
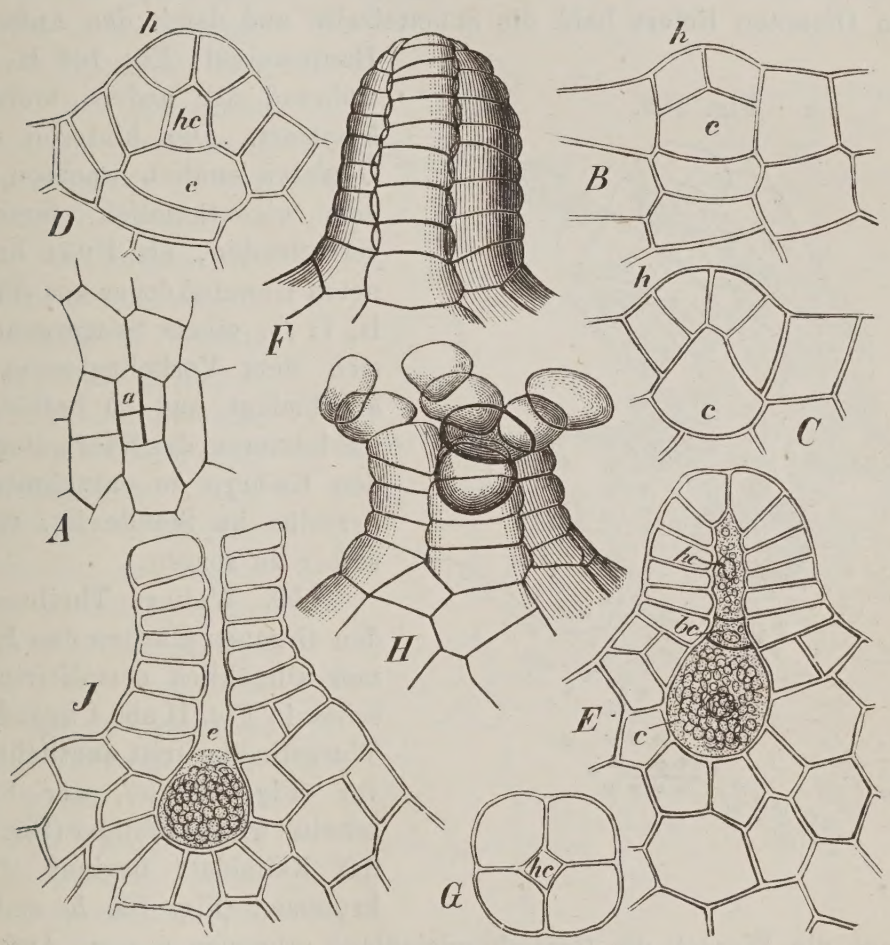


Fig. 161. Pteris serrulata L. Reifes, in Entleerung begriffenes Antheridium. Ein Theil der Spermatozoiden hat sich bereits entfernt. Vergr. 350.

bleibt an ihm haften und sinkt, sich schnell um seine Axe drehend, langsam in das Eiplasma ein, in welchem es nach 3—4 Minuten verschwindet. Das nur ein Spermatozoid aufnehmende Ei trübt sich dann innerhalb der ersten 20—30 Minuten bis zur Undurchsichtigkeit und erhält gleichzeitig eine Membran. Der Halscanal wird durch quere Erweiterung seiner unteren Zellen bis zur Berührung derselben geschlossen, der übrige Halstheil beginnt sich zu bräunen und abzusterben und das befruchtete Ei sich zum Embryo, resp. zum Farnkraute zu entwickeln.

Fig. 162.

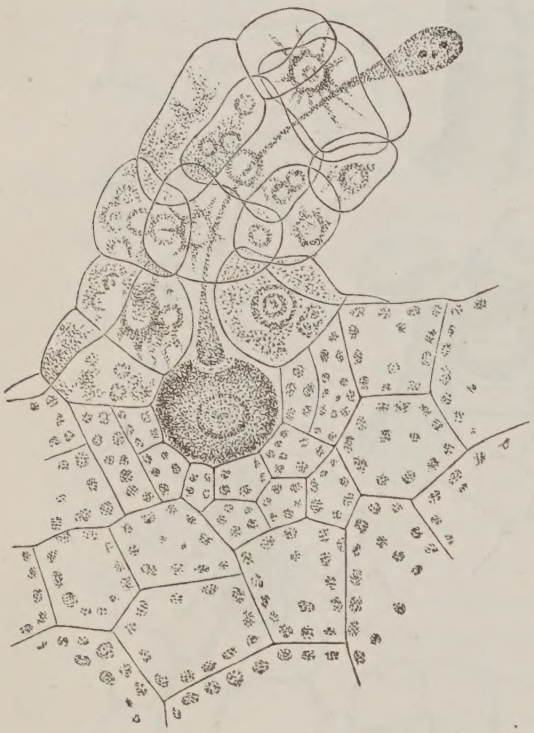


558. Die Ausbildung des Embryo bis zu jenem Stadium, in welchem die ersten Organe des jungen Pflänzchens deutlicher vortreten, wurde in Fig. 164 an Pteris serrulata dargestellt. Die erste in der befruchteten Eizelle auftretende Wand („Basalwand") ist eine der Archegonaxe ziemlich parallele (Fig. 164 A); sie gliedert den jungen Embryo in eine stammbildende vordere (epibasale) und wurzelbildende hintere (hypobasale) Hälfte. Eine senk-

Fig. 162. Entwickelung des Archegoniums von Osmunda. A Erste Anlage von der Fläche gesehen, B dieselbe im senkrechten Durchschnitte. C—E Weitere Entwickelungsstufen, Längsschnitte. F Geschlossener und H geöffneter Hals. G Hals im Querschnitte. J Zur Befruchtung reifes Archegonium. — *a* Archegonium, *h* Hals desselben, *c* Centralzelle, *e* Ei, *bc* Bauchcanalzelle, *hc* Halscanalzelle. — Vergr. von B—J = 240; A schwächer vergrössert.

recht auf die Basalwand stossende Wand theilt jede Hälfte in Quadranten, die jedoch bald über einander, bald neben einander liegen können, jedenfalls aber weiterhin in Octanten getheilt werden und darauf durch je eine der Basalwand parallele Wand ein inneres Stück als epibasales, respective hypobasales Glied absondern (Fig. 164 B—D). Aus einem der vorderen oberen Octanten bildet sich der Stammscheitel (Fig. 164 H, I: *s*) des jungen Farnkrautes, indem eine seiner vor dem epibasalen Gliede liegenden peripherischen Zellen zur Scheitelzelle wird. Aus den beiden vorderen unteren Octanten geht das erste Blatt hervor, das hier schon als Keimblatt (Cotyledo) bezeichnet werden kann (Fig. 164 H, I: *b*). Der eine der hinteren unteren Octanten liefert bald die Scheitelzelle und damit den Anfang der Hauptwurzel (Fig. 164 H, I: *w*), während der andere meist verkümmert. Die hinteren oberen Octanten endlich wachsen zu einem eigenthümlich fersenartig vortretenden, als Fuss bezeichneten Gewebekörper aus (Fig. 164 H, I: *f*), einem Saugorgane, das sich dem Vorkeimgewebe innig anschmiegt und so befähigt ist, aus letzterem das Nährmaterial für den Embryo zu entnehmen, bis derselbe im Stande ist, für sich selber zu sorgen.

Fig. 163.



559. Weitere Theilungen in den Organen machen den Embryo nun allmählich complicirter, die schon in Fig. H und I angedeutete Wurzelhaube tritt deutlicher hervor (Fig. 165 *w*), der Stammscheitel wird mächtiger (Fig. 165 *s*), das Keimblatt beginnt sich zu krümmen (Fig. 165 *b*) und lässt (wie auch die Wurzel) die Gefässbündelanlage erkennen u. s. w. Anfänglich bleibt der Embryo dabei noch im eine Zeit lang mitwachsenden Archegonbauche eingeschlossen; dann aber wird letzterer gesprengt, die Wurzel krümmt sich abwärts und dringt in den Boden ein und das sich aufwärts krümmende Keimblatt tritt in der Herzbucht des Vorkeimes nach oben hervor. Nur der Fuss (Fig. 165 *f*) stellt noch die Verbindung mit dem Prothallium (*p*) her, bis auch dieses mit der weiteren Erstarkung des Pflänzchens verschwindet. Diese Erstarkung wird aber nicht durch nachträgliche Vergrösserung der vorhandenen Organe des Embryo, sondern dadurch bewirkt, dass jeder neu angelegte Theil den vorangehenden gegenüber unter

---

Fig. 163. Pteris serrulata L. Ein reifes Archegonium im Augenblicke der Schleimentleerung (Vergr. 350), nach Strasburger.

weitergehender Ausbildung bedeutendere Grösse erhält, der Stammscheitel selbst an Umfang seines Gewebes zunimmt, die Blätter von der einfachsten Gestalt des Keimblattes aus allmählich complicirter werden, bis der für die betreffende Art charakteristische stationäre Zustand erreicht ist und von nun ab alle neu auftretenden Organe den älteren ungefähr gleich werden. Dass dabei die embryonale Hauptwurzel bald zu Grunde geht und durch Nebenwurzeln ersetzt wird, ist bereits früher (§ 544) hervorgehoben worden.

560. Bei einigen Farnen (Pteris cretica, Aspidium Filix mas var. cristata und Aspidium falcatum) tritt an Prothallien, welche keine oder vollständig abortirte Archegonien, dagegen manchmal Antheridien entwickeln, die eigenthümliche Erscheinung der Apogamie (Zeugungsverlust) auf. An demselben Orte, wo die Archegonien regulärer Vorkeime entstehen, wölbt sich eine Gruppe von 3—4 Zellen des Prothalliumpolsters nach aussen und verwandelt sich durch rasche Theilung ihrer Zellen in ein kleinzelliges

Fig. 164.

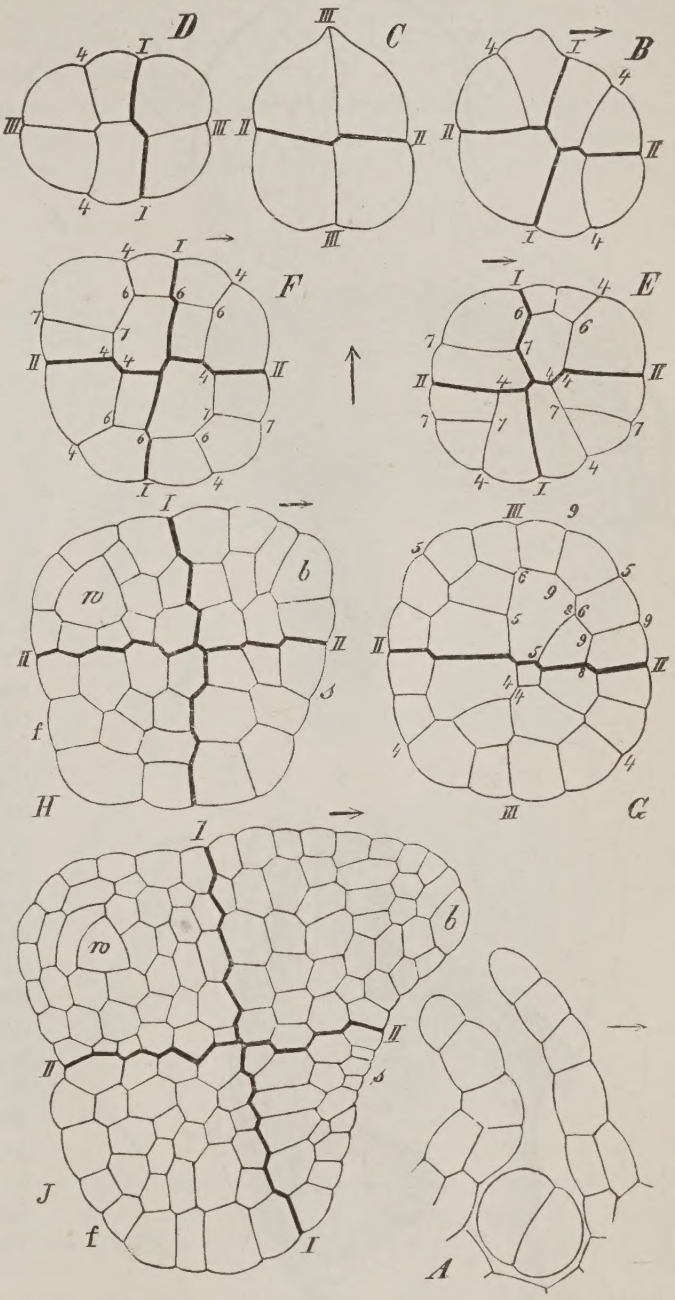
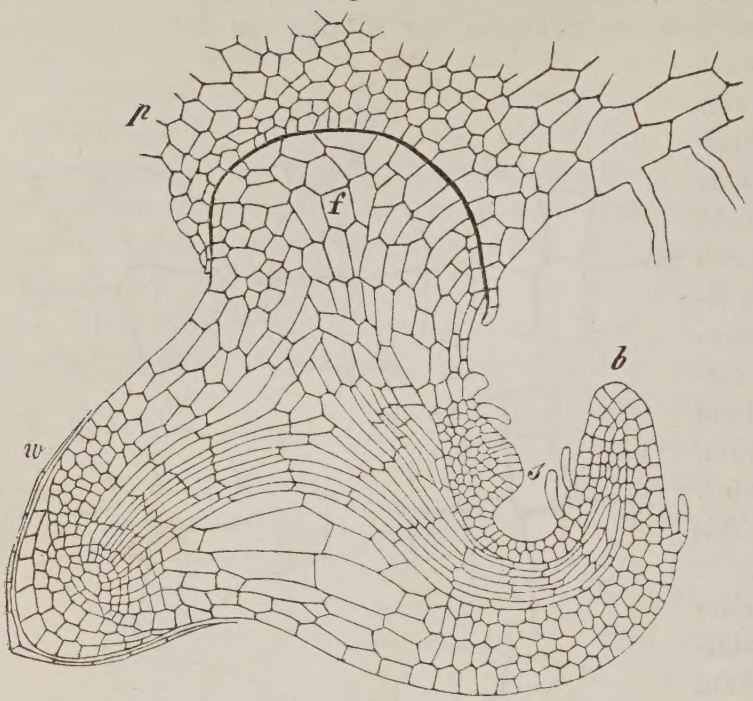


Fig. 164. Pteris serrulata. Embryoentwickelung nach Kienitz-Gerloff. Vergr. 285. In allen Figuren sind die Wände nach der Reihenfolge ihres Auftretens beziffert, die Quadrantenwände I und II stärker markirt. Der senkrechte Pfeil zwischen E und F bezeichnet die Axe des Archegoniums, das hier, gerade entgegengesetzt der natürlichen Lage in Fig. 165, als aufrechtstehend (mit nach oben gekehrter Prothalliumunterseite) gedacht wurde (wie in A). Die wagerechten Pfeile über einigen Figuren geben die Richtung der Prothalliumaxe an und diese Figuren sind optische Durchschnitte parallel letzterer und der Archegoniumachse. Die Fig. C und G sind Durchschnitte senkrecht zur Prothalliumaxe und Prothalliumfläche und Fig. D ist ein Schnitt parallel der letzteren. *w* Wurzel, *b* Blatt, *s* Stammscheitel, *f* Fuss.

Fig. 165.



Meristem, an dessem Höcker nach der Prothalliumbucht hin bald ein erstes Blatt und hinter diesem der Stammscheitel angelegt wird, während im Inneren eine erste Wurzel und ein Fibrovasalstrang entstehen. Die so gebildete Knospe entwickelt sich zu einem Pflänzchen, das später Sporangien und Sporen in normaler Weise erzeugt (Fig. 166).

561. Die Farne, deren Artenzahl sich auf etwa 3500 beläuft, erreichen ihren grössten Formenreichthum in den Tropen und subtropischen Regionen, wo sie besonders in feuchten, schattigen Wäldern heimisch sind. Die meisten Arten sind perennirend; einjährige Arten sind äusserst selten (Gymnogramme leptophylla).

Fossil kennt man etwa 900 Arten, die in 194 Gattungen untergebracht werden. Von diesen sind indessen über 100 Arten Stämme, Blattstiele etc., deren Zugehörigkeit zu Blättern unbekannt ist. Von den übrigen sind meistens nur sterile Blätter bekannt, die nach dem Verlaufe der Nervatur bestimmt und (mit Ausnahme der lebenden Gattungen angehörenden Arten aus den jüngeren Formationen) in die fünf Familien der Sphenopterideen, Neuropterideen, Pecopterideen, Taeniopterideen und Dictyopterideen

Fig. 166.

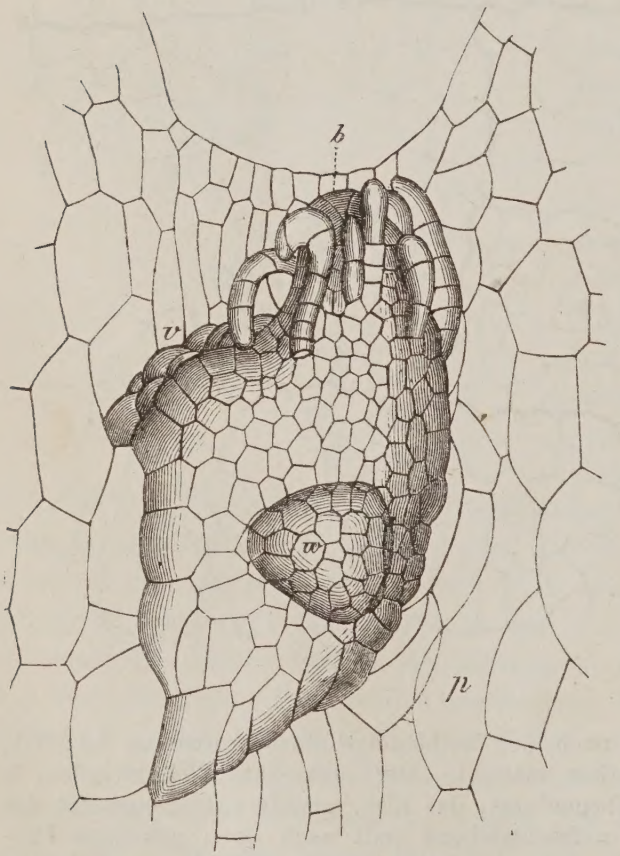


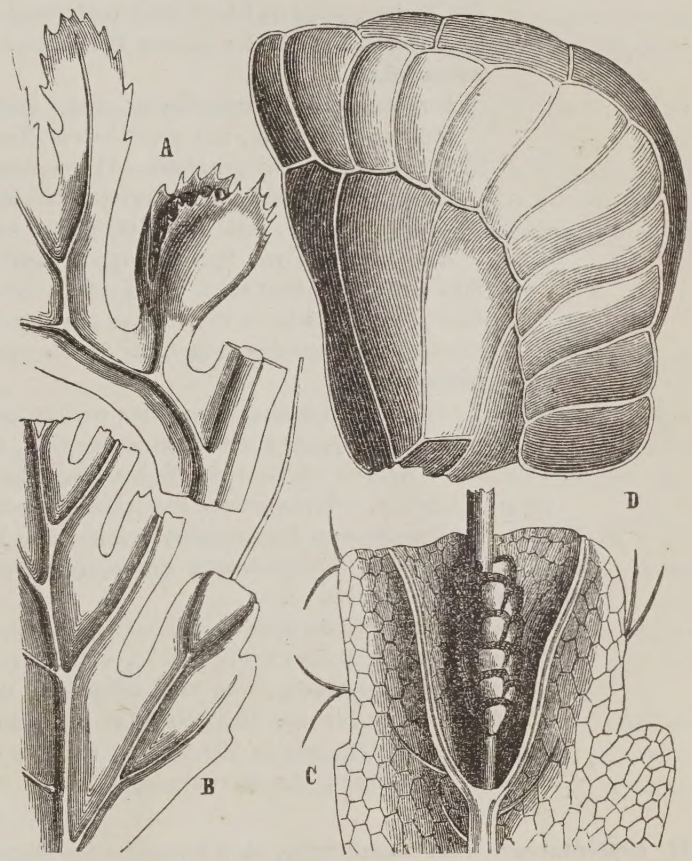
Fig. 165. Pteris aquilina L. Junge Pflanze, die vor Kurzem das Archegonium gesprengt hat, im Längsschnitte. *p* Theil des Prothalliums, *s* Stammscheitel, *b* Blatt, *w* Wurzel, *f* Fuss. — Stark vergrössert, nach Hofmeister.

Fig. 166. Pteris cretica. Apogamer Spross auf der Unterseite des Prothalliums *p*. *b* Erstes Blatt, dessen Spitze gegliederte Haare trägt: hinter demselben sieht der Stammscheitel *v* hervor und an seinem Grunde schimmert die Anlage der ersten endogenen Wurzel *w* durch. Vergr. 80. Nach De Bary.

gegliedert werden. Fructificationen sind bei fossilen Farnen verhältnissmässig selten. Die ersten Farne treten im Devon auf. Eine sehr hohe Entwickelung erreichen sie in der Steinkohlenperiode, aus welcher die Gattungen Sphenopteris, Neuropteris, Pecopteris u. a. in vielen Arten bekannt sind. Auch in der Trias und namentlich im Jura sind sie noch reich und in zum Theil sehr eigenthümlichen Gattungen (besonders der Dictyopterideen) vertreten. Die mit lebenden indentificirten Gattungen treten vom Jura an auf (Gleichenia). Lygodium und Asplenium finden sich auch schon in der Kreide, die meisten jedoch erst im Tertiär (namentlich Pteris, Blechnum, Polypodium, Aspidium, Osmunda).

562. (Fam. 1.) **Hymenophyllaceae.** Das Blattparenchym ist mit wenigen Ausnahmen einschichtig und ohne Spaltöffnungen. Die Sori sind immer randständig und der fructificirende Nerv setzt sich über den Blattrand hinaus als oft lang fadenförmige, vom Indusium ganz oder theilweise eingeschlossene Columella fort (Fig. 167 B, C), an welcher die Sporangien in basipetaler Anordnung entwickelt werden. Das Sporangium ist sitzend oder kurz gestielt; es öffnet sich mit einem senkrechten Risse und sein Ring ist vollständig und verläuft schief oder fast horizontal etwa über die Mitte desselben (Fig. 167 D). Der Vorkeim erinnert in seinen ersten Entwickelungsstadien an denjenigen der Muscineen (§ 555).

Fig. 167.



Trichomanes besitzt ein röhren- oder trichterförmiges (Fig. 167 B, C), Hymenophyllum ein zweiklappiges Indusium (Fig. 167 A). Die meisten der etwa 200 Arten sind Tropenbewohner; zu ihnen gehören die kleinsten und einfachst gebauten Farne. 2 Arten sind europäisch. Hymenophyllum Tunbridgense kommt sehr selten im Uttewalder Grunde der sächsischen Schweiz und in Luxemburg vor.

563. (Fam. 2.) **Polypodiaceae.** Der senkrecht über den Scheitel verlaufende Ring des meistens mit einem (aus 2 oder 3 Zellenreihen bestehenden) Stiele versehenen Sporangiums ist nicht vollständig (Fig. 157, M, N, W); das Aufspringen des letzteren erfolgt durch einen Querriss. Die Stellung der Sori und die Form und Anheftung des Indusiums sind sehr verschieden.

Etwa 2800 meist krautartige, selten baumförmige, grösstentheils in den Tropen vorkommende Arten. Man kann die Familie in die folgenden Unterfamilien gliedern, in denen zugleich die deutschen (resp. mitteleuropäischen) Gattungen aufgeführt sind.

I. **Davalliaceae.** Sorus randständig, mit vom Nervenende gebildeten Receptaculum und unterständigem, becher- oder röhrenförmigem, aus einer blatt- und einer schleierartigen Hälfte gebildetem Indusium (Fig. 156 *h*). — In unserer Flora nicht vertreten. — Davallia.

Fig. 167. Hymenophyllum Tunbridgense Sm., Fiederstück mit Sorus. B Trichomanes alatum Sw., Fiederstück mit Sorus. C Ein Sorus von B der Länge nach durchschnitten. D Trichomanes crispum Sw., Sporangium. Alle Fig. stark, D = 200 mal vergrössert.

II. **Polypodieae.** Sori dem Verlaufe der Nerven folgend oder besondere fruchtbare Nervenanastomosen oder den Rücken oder das (häufig verdickte) Ende der Nerven einnehmend, schleierlos, sehr selten mit Schleier (Fig. 156 *w*, *x*, *z*).

1. Blattstiel gegen das Rhizom unter Zurücklassung einer rundlichen Narbe abgliedernd. Sporen bilateral. Sori unserer Art rundlich (Fig. 156 *x*, *z*): Polypodium. (P. vulgare L., Engelsüss, Tüpfelfarn — an Felsen, auf Baumstümpfen und Wurzeln in Wäldern; das zuckerhaltige Rhizom war früher officinell.)

2. Blattstiel nicht abgliedernd. Sporen radiär.

A. Fruchtbare Nerven frei endigend.

a. Fruchtbare Nerven an ihrem den Sorus tragenden Ende nicht oder kaum merklich verdickt.

* Sori nicht auf besonderen fertilen Lappen des Blattrandes.

α. Sori nie vom umgeschlagenen Blattrande bedeckt, frei auf der Unterfläche des Blattes, ohne polsterförmig vortretendes Receptaculum den Rücken der fruchtbaren Nerven der ganzen Länge nach oder nur im oberen Theile einnehmend.

§ Sori länglich bis linienförmig, meist seitlich getrennt (Fig. 156 *w*). Rhizom sehr verkürzt, mit gegliederten Haaren besetzt: Gymnogramme.

§§ Sori seitlich sehr genähert und vor dem Rande zu einem breiten Bande zusammenfliessend oder bisweilen die ganze Unterseite bedeckend. Rhizom kriechend, mit Spreuschuppen; auch die lederigen Blätter unserer Art unterseits von Spreuschuppen dicht bedeckt: Notholaena.

β. Sori anfänglich vom nach unten umgerollten schleierartigen Blattrande bedeckt (ähnlich wie in Fig. 156 *m*), später in Folge von Zurückschlagen des Randes nackt, nur das obere Ende der Nerven einnehmend: Cryptogramme (Allosorus).

** Sori auf der Unterseite besonderer schleierartiger, brauner, nach unten umgeschlagener Läppchen des Blattrandes (Fig. 156 *a*, *b*): Adiantum.

b. Fruchtbare Nerven an dem den Sorus tragenden Ende angeschwollen, von dem umgeschlagenen, schleierartigen Blattrande bedeckt (Fig. 156 *k*, *l*): Cheilanthes.

B. Nerven der fruchtbaren Blattsegmente mit ihren Enden zu einer fast oder völlig randständigen, den linienförmigen Sorus tragenden Anastomose zusammentretend (ähnlich wie in Fig. 156 *e*).

a. Sorus in kurzer Entfernung vom Blattrande, ohne Schleier, aber vom umgeschlagenen Blattrande bedeckt (Fig. 156 *m*, *n*): Pteris.

b. Sorus völlig randständig, von zwei schmalen, unterständigen Schleiern verhüllt, von denen sich der der Oberseite des Segmentes angehörende nach Art eines Blattrandes umrollt (wie in Fig. 156 *m*, *n*): Pteridium. (P. aquilinum = Pteris aquilina, Adlerfarn; das stärkehaltige Rhizom wird in vielen wärmeren Ländern gegessen.)

III. **Aspleniaceae.** Sori linienförmig, eine kürzere oder längere Strecke an der Seite des fertilen Nerven herablaufend, mit seitenständigem, gleich geformtem Schleier, sehr selten schleierlos; oder Sori über den Rücken der fertilen Nerven hinweg auf der entgegengesetzten Seite mehr oder weniger weit hinabsteigend und daher haken- bis hufeisenförmig gekrümmt und mit gleich gestaltetem Schleier; oder Sori einer Nervenanastomose seitlich entspringend, mit der Anastomose gleichfalls seitlich angeheftetem, stets gegen die Mittelrippe des Segmentes geöffnetem Schleier. Sporen bilateral. Blattstiel (mit sehr seltenen Ausnahmen) ungegliedert.

A. Sorus mit Schleier.

a. Sorus auf einer aus Zweigen der Secundärnerven hervorgegangenen, der Mittelrippe des Segmentes parallel verlaufenden Anastomose sitzend, fortlaufend oder unterbrochen, der lange, schmale Schleier auf seiner Aussenseite dem Receptaculum angeheftet, sein der Mittelrippe zugekehrter Innenrand frei (Fig. 156 *d*, *e*): Blechnum.

b. Sorus dem Verlaufe der gewöhnlichen (bei unseren Arten freien) Nerven folgend.

* Sori einander paarweise genähert: der eine Sorus auf dem vorderen Aste eines Secundärnerven, der andere auf dem hinteren Aste des benachbarten Secundärnerven sitzend, ihre lang gestreckten Schleier die freien Ränder einander zukehrend (Fig. 156 *q*): Scolopendrium.

** Sori (bei unseren Arten) einzeln stehend.

α. In den Blattstiel treten 1 oder 2 Gefässbündel, die sich weiter aufwärts zu einem einzigen Strange vereinigen, dessen Querschnitt jedoch nicht hufeisenförmige Gestalt zeigt. Spreuschuppen durch die stark verdickten Seitenwände der Zellen gegittert. Sori länglich bis linienförmig, mit gleich gestaltetem Schleier (Fig. 156 *r*): Asplenium.

β. In den Blattstiel treten zwei bandartige, weiter aufwärts sich zu einem rinnenförmigen, im Querschnitte hufeisenförmigen Strange vereinigende Gefässbündel. Spreuschuppen zartwandig. Sori rundlich oder länglich und gestreckt oder über den Rücken des Nerven hinweg haken- bis hufeisenförmig gekrümmt, mit gleich gestaltetem Schleier (Fig. 156 *s*): Athyrium. (A. Filix femina = Asplenium F. fem., in Wäldern häufig.)

B. Sori schleierlos, sonst wie Asplenium. Blätter unserer Art unterseits von Spreuschuppen dicht bedeckt: Ceterach.

IV. **Aspidiaceae.** Sori auf dem Rücken der Nerven, selten das Ende derselben einnehmend, mit Schleier, selten schleierlos (und im letzteren Falle die Blattstiele nicht vom Rhizome abgliedernd).

A. Sori ohne Schleier. Blattstiel ungegliedert: Phegopteris.

B. Sori mit Schleier.

a. Schleier oberständig, schild- oder nierenförmig (Fig. 156 *t*). Blattstiel ungegliedert: Aspidium. (A. Filix mas Sw., Wurmfarn, in Wäldern durch ganz Europa, Nordasien und Nordamerika; liefert Rhizoma Filicis, mit Filixsäure, Filixgerbsäure, Fett und Zucker als Bestandtheilen.)

b. Schleier unterständig.

* Schleier nur halbseitig entwickelt.

§ Fruchtbare und unfruchtbare Blätter gleich gestaltet und die Blattränder flach, die Sori niemals verhüllend. Schleier auf seiner Innenseite dem Grunde des Receptaculums angeheftet, an den Seitenrändern und nach dem Blattrande zu frei, zuerst stark gewölbt, über den Sorus weggebogen und letzteren völlig bedeckend, zuletzt zurückgeschlagen (Fig. 156 *f*, *g*). Blattstiel ungegliedert: Cystopteris.

§§ Fruchtbare und unfruchtbare Blätter verschieden gestaltet, erstere kleiner und mit bis zur Mittelrippe zurückgerollten, die Sori völlig bedeckenden Segmenträndern. Schleier auf seiner Innenseite der Basis des cylindrischen Receptaculums und dem benachbarten Parenchym angeheftet und nach dem Blattrande zu frei, stark gewölbt und zuerst den Sorus völlig einschliessend, bald verschrumpfend. Blattstiel ungegliedert: Onoclea (Struthiopteris).

** Schleier rings um die Basis des Receptaculums angeheftet, napf- oder schüsselförmig, am Rande tief (stellenweise bis fast zum Grunde) haarartig zerschlitzt (Fig. 156 *u*, *v*), den Sorus zuerst ganz einhüllend, später ausgebreitet. Blattstiel etwa in der Mitte gegliedert: Woodsia.

V. **Acrostichaceae.** Sporangien sich sowohl über dem Mesophyll als über den Nerven des Blattes entwickelnd, daher mit Ausnahme der Mittelrippe und gewöhnlich eines schmalen Blattrandes über die ganze Unterseite ausgedehnt. — In unserem Gebiete nicht vertreten. — Acrostichum, Polybotrya, Olfersia, Chrysodium.

564. (Fam. 3.) **Cyatheaceae.** Von den Polypodiaceen wesentlich nur durch den schief neben dem Stiel herlaufenden, vollständigen Ring verschieden (S. 318, Fig. 168 *a—d*).

Etwa 200 Arten, die fast sämmtlich in den Tropen, namentlich in Südamerika, zu Hause sind und unter denen die meisten baumförmigen Wuchs zeigen.

a. Sori auf dem Ende der Nerven am Blattrande: Cibotium und Dicksonia besitzen ein Indusium, das mit dem Blattzahne einen zweiklappigen Behälter bildet (Fig. 168 *g*, *h*), Thyrsopteris ein gestieltes, becherförmiges Indusium. — b. Sori auf der Blattfläche: Alsophila ohne, Cyathea mit becherförmigem (Fig. 168 *e*, *f*), Hemitelia mit muschelförmigem Indusium (demjenigen von Cystopteris ähnlich, doch kleiner — vgl. Fig. 156 *f*, *g*).

565. (Fam. 4.) **Gleicheniaceae.** Sporangien auf der Blattunterseite zu 2—4 (seltener mehr) die Sori bildend, sitzend, mit horizontal oder schief um die Mitte verlaufendem, vollständigem Ringe, durch Längsriss sich öffnend (Fig. 169, S. 319).

Etwa 40 Arten, meistens in den Tropen; Stamm kriechend; Wachsthum der meist wiederholt gabelig verzweigten Blätter von sehr langer Dauer (§ 26). — Gleichenia.

566. (Fam. 5.) **Schizaeaceae.** Sporangien meistens auf metamorphosirten Blattabschnitten, sitzend oder kaum gestielt, mit scheitelständigem, vollständigem Ringe, durch einen Längsspalt sich öffnend (Fig. 170).

Fig. 168.

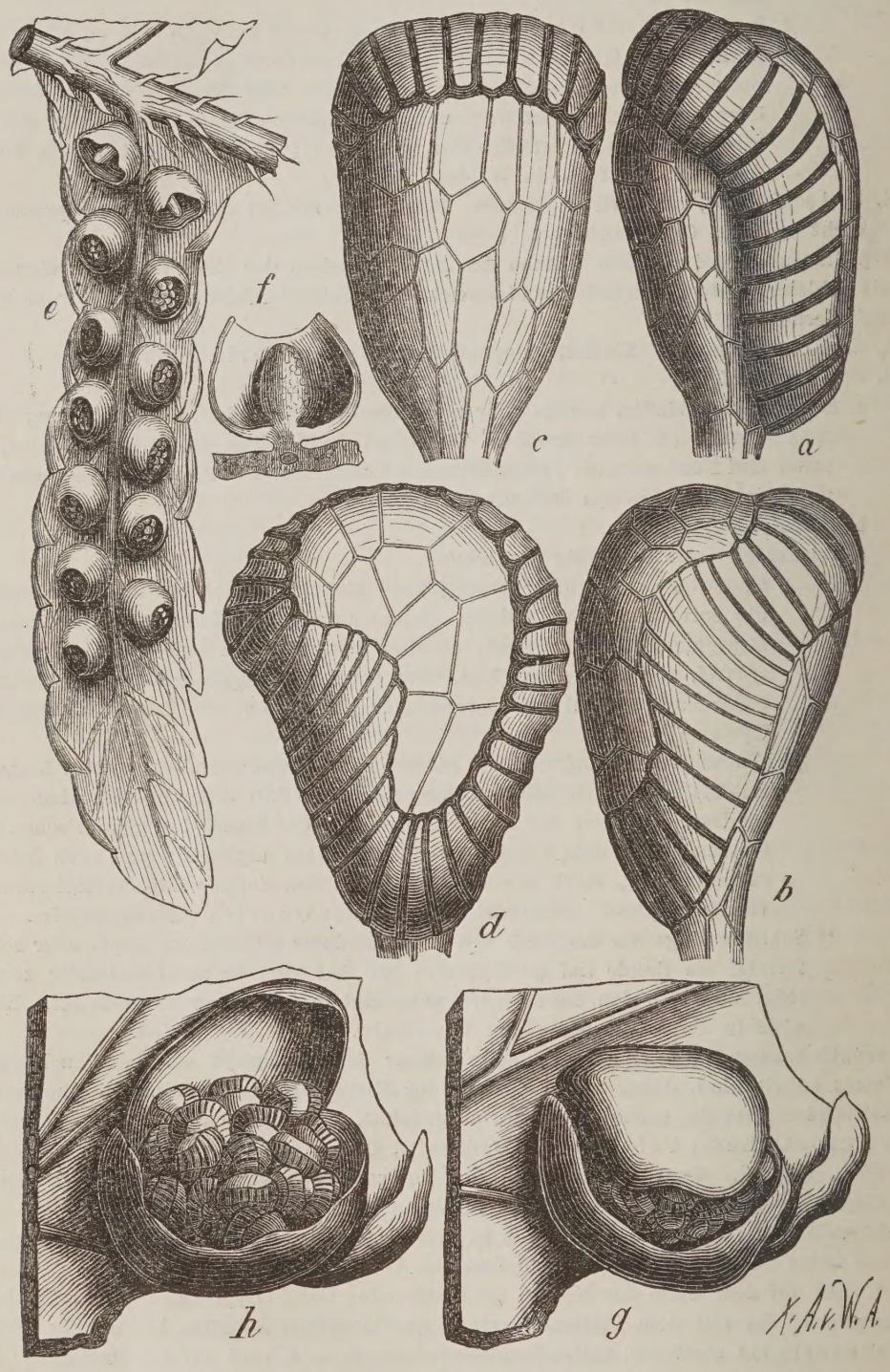


Fig. 168. $a-d$ Alsophila australis RBr. Sporangien in verschiedener Lage und zwar $a = b$ um 180° um die Längsaxe, $c = d$ um 180°, $c = a$ um 90° nach links gedreht etc. (Vergr. 120). e Cyathea elegans Hew., fructificirende Fieder 5fach vergr.; f Sorus halbirt, mit dem von den Sporangien befreiten Receptaculum. g und h Sori von Cibotium Schiedei Schlecht. (Vergr. ca. 20): g reif und im Oeffnen des Indusiums begriffen, h vollständig geöffnet.

Etwa 70 Arten, meist in den Tropen. Lygodium besitzt mehrere Meter lange, gefiederte Blätter mit windender Mittelrippe; seine Sporangien stehen einzeln unter einem taschenförmigen Indusium auf den Zähnen metamorphosirter Blattzipfel oder Fiedern. Bei Schizaea stehen die Sporangien reihenweise auf ährenförmigen Blattlappen. Bei den meisten Formen von Aneimia sind die beiden untersten Blattfiedern nur lang gestielte, mit Sporangien be-

Fig. 171.

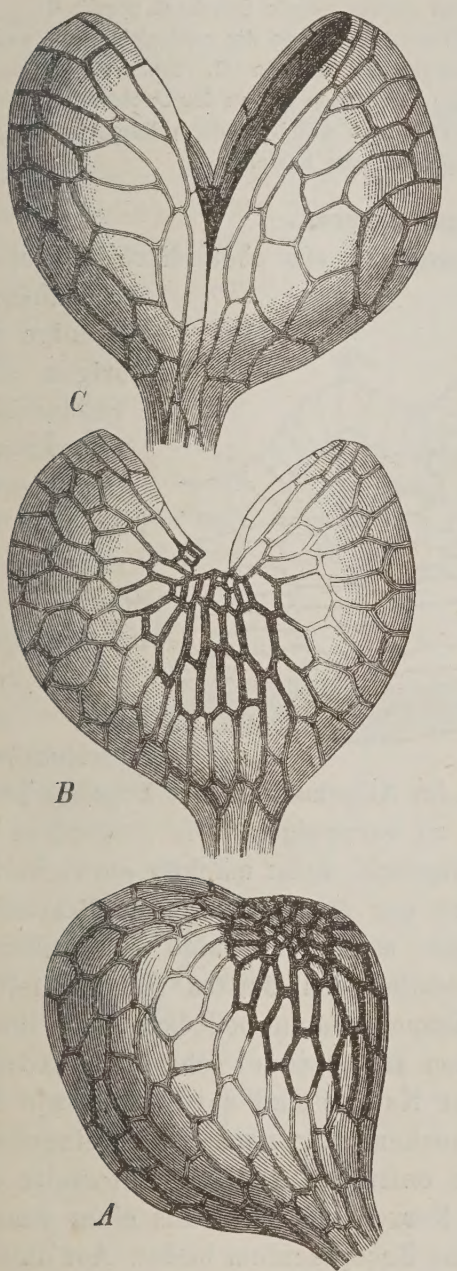


Fig. 169.

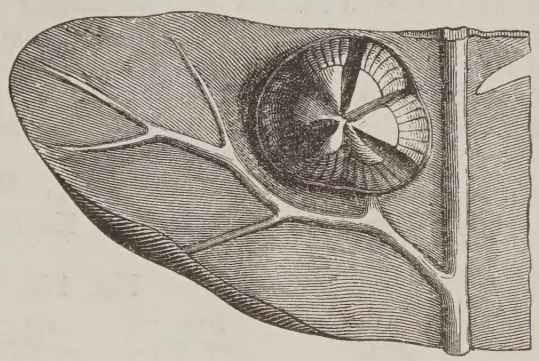
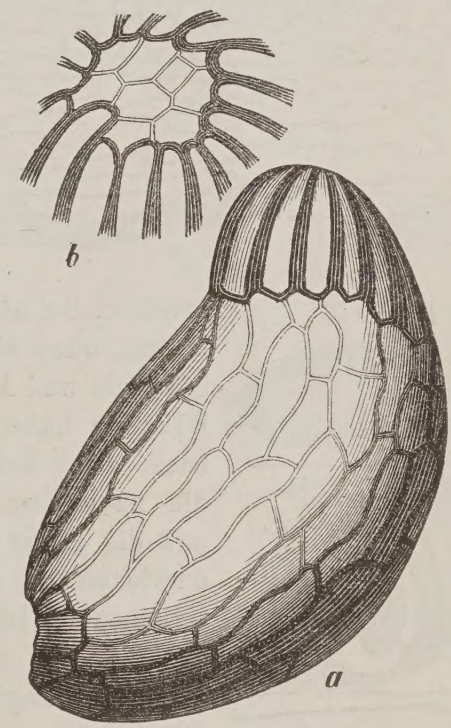


Fig. 170.



deckte Rispen ohne Blattparenchym, an denen die einzelnen Sporangien aus der Scheitelzelle

Fig. 169. Gleichenia polypodioides Sm. Blattsegment mit Sorus aus 3 bereits geöffneten Sporangien (Vergr. 20).

Fig. 170. Aneimia Phyllitidis Sw. *a* Sporangium von der Seite gesehen (Vergr. 120) und *b* dessen Scheitel stärker vergr. und halb von oben gesehen.

Fig. 171. Todea barbara Moore. Sporangium, A in der Seitenansicht und geschlossen, B vom Rücken und C von der Bauchseite gesehen und beide geöffnet; die dunkel gezeichneten Stellen bilden den rudimentären Ring (Vergr. 80).

der metamorphosirten Blattlappen hervorgehen. Bei Mohria sitzen die Sporangien auf den Zähnen gewöhnlicher Blattfiedern.

567. (Fam. 6.) **Osmundaceae.** Sporangien kurz und dick gestielt, ohne eigentlichen Ring; statt dessen nahe unter dem Scheitel auf der Rückenseite eine eigenthümliche Gruppe dickwandiger, allmählich in die gewöhnlichen Wandzellen übergehender Zellen (rudimentärer Ring), von welcher aus sie sich auf der Bauchseite mit einem Längsspalt öffnen, dessen Lage bereits durch schmale, zartwandige Wandzellen vorgeschrieben ist (Fig. 171, S. 319).

11 Arten, von denen die auch in Deutschland vorkommende Osmunda regalis über alle Erdtheile verbreitet ist. Die Arten der Gattung Osmunda tragen die zahlreichen Sporangien an metamorphosirten, parenchymlosen, rispenartigen Blattabschnitten (O. regalis an der Spitze des Blattes), oder an eben solchen Blättern. Bei Todea stehen sie an der Unterseite gewöhnlicher Blätter, die bei der Untergattung Leptopteris zart und hymenophyllumartig sind, da ihr Parenchym nur aus 2—3 Zellenlagen ohne Spaltöffnungen besteht.

21. Ordnung. Marattiaceae.

568. Die Axe der Gattung Kaulfussia ist ein oberirdisch kriechendes Rhizom, diejenige der übrigen Marattiaceen (Marattia, Angiopteris, Danaea) ein aufrechter Stamm, der bei Angiopteris 80 cm Höhe und Durchmesser erreicht, bei allen im Allgemeinen fast kugelige Form besitzt, ohne sich zu verzweigen. Die (besonders bei Marattia und Angiopteris) meist mächtig entwickelten Blätter haben an der etwas verdickten Blattstielbasis zwei kräftige, schuppenförmige Nebenblätter, die nach dem Abfallen des Blattes stehen bleiben und die ganze Stammoberfläche bedecken. Aus ihnen entstehen (oft schon am Stamme) sehr leicht Adventivknospen. In der Knospe sind die Blätter, wie bei den Farnen, schneckenförmig nach vorne eingerollt. Die Sporangien entstehen auf der Unterseite der Blätter über den Nerven und zwar aus einer ganzen Gruppe von Epidermiszellen, die zuerst das Receptaculum bildet. Auf diesem erheben sich bei Angiopteris (Fig. 172) mehrere freie, einfächerige Sporangien aus Gruppen von Epidermiszellen, die in zwei Längsreihen geordnet sind. Das einzelne Sporangium besitzt ferner bei dieser Gattung eine derbe, mehrschichtige Wand, und auf dem Scheitel einen rudimentären Ring als

Fig. 172.

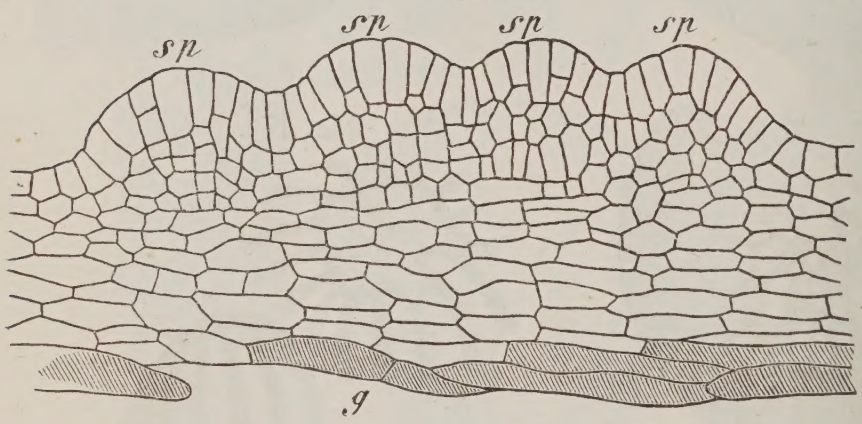


Fig. 173.

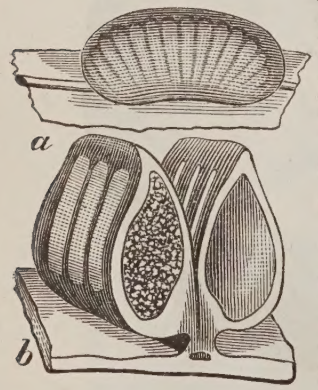


Fig. 172. Angiopteris evecta Hoffm. Verticallängsschnitt durch den jungen Sorus mit der einen Reihe von vier Sporangienanlagen *sp*. *g* Gefässbündel. Vergr. 240.

Fig. 173. Sporangium von Marattia cicutaefolia, *a* von der Seite (Vergr. 5), *b* geöffnet und halbirt.

Gruppe dickwandiger Zellen, ähnlich wie bei denjenigen der Osmundaceen (§ 567); es öffnet sich mit einer Längsspalte auf der Bauchseite.

569. Bei der Gattung Marattia entsteht auf dem Receptaculum durch Verwachsung sämmtlicher Sporangien eines Sorus ein kapselartiges Gebilde (Fig. 173), das in Form zweier Längswülste sich erhebt (Fig. 174 B, C), die später an ihrem ganzen Rande mit einander verschmelzen (Fig. 174 C, D), um sich erst bei der Reife wieder zu trennen. In dem anfänglich ganz gleichmässigen Gewebe jedes Wulstes entsteht eine Längsreihe von Fächern (Fig. 174 E), von denen jedes Fach einem freien Sporangium vom Angiopteris entspricht, die durch zwischenlie-

Fig. 174.

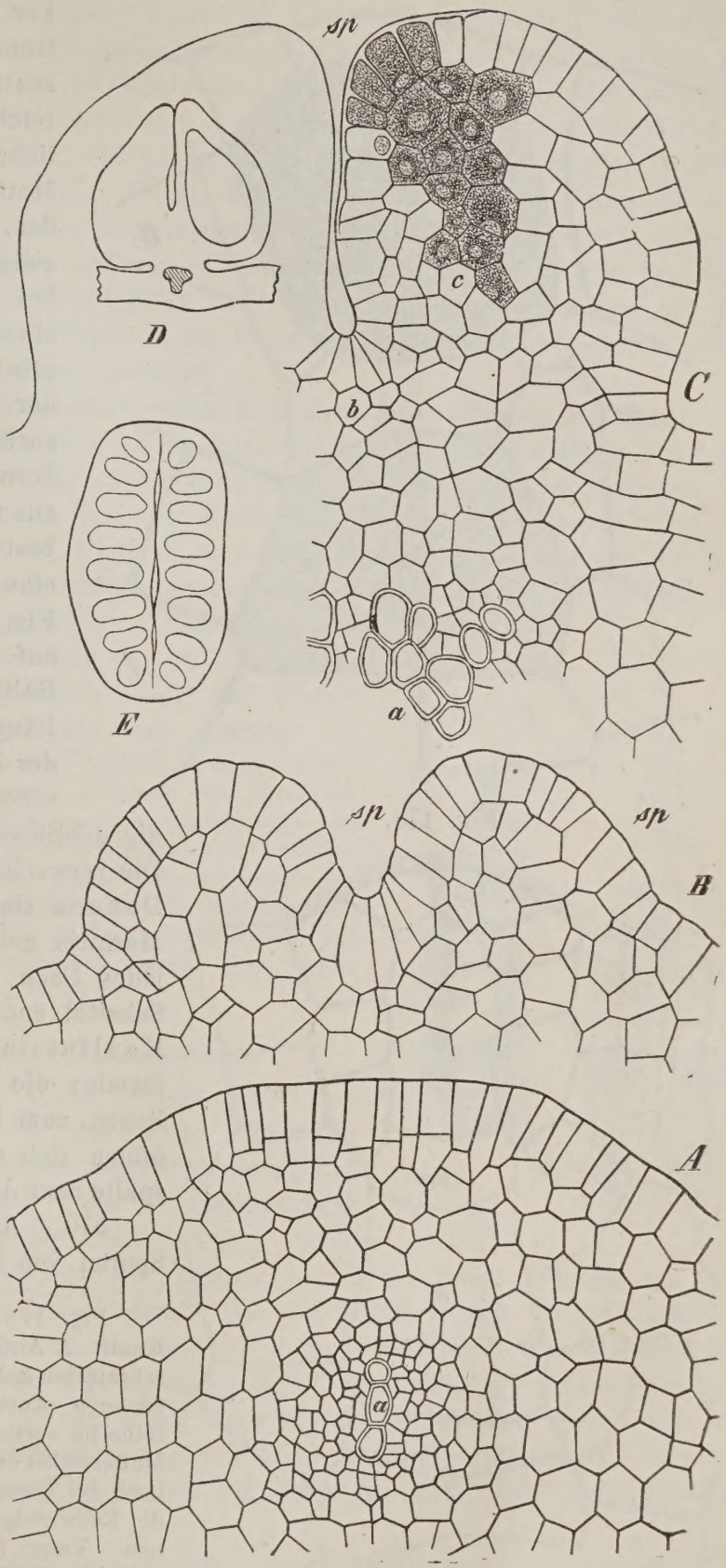


Fig. 174. Marattia cicutaefolia Klf. A Anlage des Sporangiums. B Sporangium (*sp*) in weiter vorgeschrittenem Alter. C Noch älteres Sporangium, in dem aber die Sporenmutterzellen (*c*) noch nicht differenzirt sind. D und E reifes Sporangium. A—D sind Verticalschnitte, E ist ein Horizontalschnitt. *a* Gefässbündel. Vergr. A—C 240, D 14, E 9.

Fig. 175.

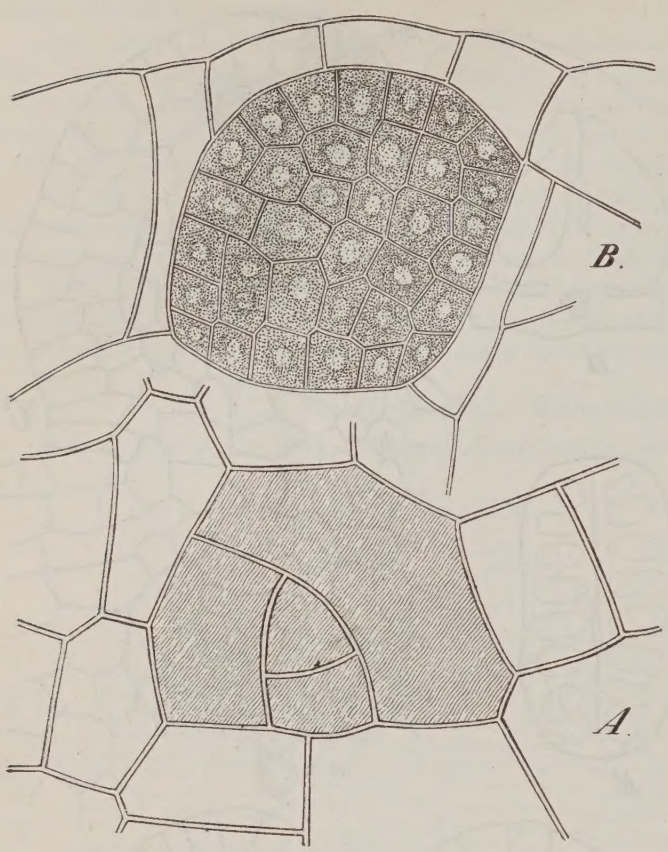
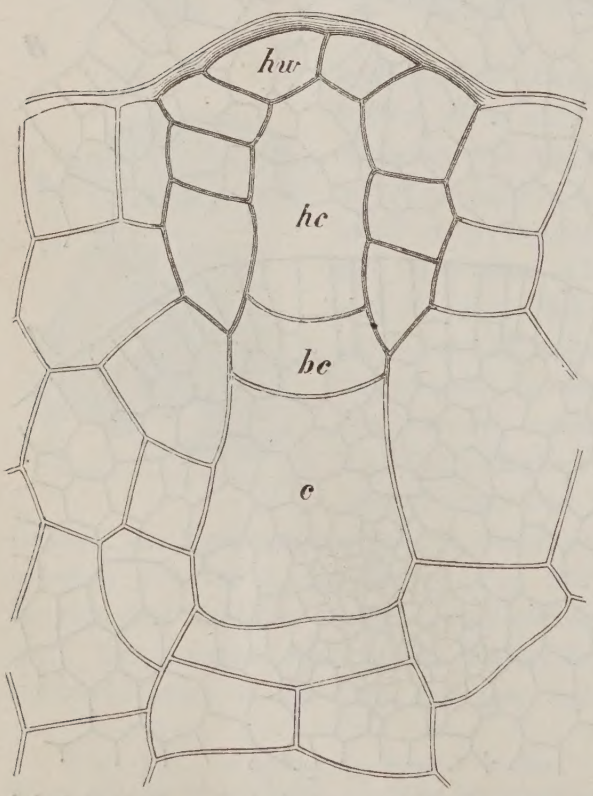


Fig. 176.



gende Scheidewände stärker verdickter Zellen getrennt sind und aus deren centralem Gewebe zahlreiche Sporen durch endliche Viertheilung der Mutterzellen erzeugt werden. Das Sporenmutterzellgewebe ist hier und bei Angiopteris auf ein einzelliges Archesporium (die hypodermale Endzelle der mittleren Zellreihe) zurückführbar. Der reife Sorus, dessen Wand stets aus mehreren Zellenlagen besteht, öffnet sich wie eine zweiklappige Kapsel Fig. 173) und entlässt auf der Innenseite jeder Hälfte die Sporen durch Längsrisse, die sich in der Zahl der Fächer zwischen Gruppen dünnwandig gebliebener Zellen bilden. — Die verwachsenen Sporangien von Danaea sind ähnlich denen von Marattia gebaut; nur öffnet sich jedes Fach durch ein auf dem Scheitel entstehendes Loch. Bei Kaulfussia ist der Sorus napfförmig; die Fächer (Sporangien) liegen zum Kreise geordnet und öffnen sich durch je eine Längsspalte nach der centralen Grube zu.

570. Aus den keimenden Sporen von Marattia und Angio-

Fig. 175. Marattia cicutaefolia Kaulf. A Antheridium von oben; die schraffirten Zellen sind die Zellen der äusseren Antheridienwand. B Dasselbe im verticalen Durchschnitte; die Mutterzellen der Spermatozoiden stehen noch im Gewebeverbande und lassen die Reihenfolge der Theilungen erkennen. Vergr. 500.

Fig. 176. Marattia cicutaefolia Klf. Längsschnitt durch ein Archegonium. *hw* Halswand, *hc* Halscanalzelle, *bc* Bauchcanalzelle, *c* Centralzelle. Vergr. 500.

pteris bilden sich ziemlich grosse, sehr langsam und oberirdisch wachsende, dicke, saftige, dunkelgrüne Vorkeime, welche Neigung zur Diöcie zeigen. Ihre Antheridien sind ganz eingesenkt (Fig. 175 B) und werden sowohl auf der Unter- als auch auf der Oberseite gebildet. Ihre Mutterzelle, die nicht über die Oberfläche vortritt, theilt sich durch eine der letzteren parallele Wand in eine grosse Centralzelle, welche durch wiederholte Zweitheilung die Mutterzellen der Spermatozoiden liefert (Fig. 175 B) und in eine flache Aussenzelle, welche die Decke des Antheridiums bildet und sich durch mehrere einander schneidende, senkrechte Wände in einige peripherische und eine kleine dreiseitige, mittlere Zelle theilt (Fig. 175 A); letztere wird bei der Entleerung des Antheridiums in der Regel ausgestossen. Die Spermatozoiden sind wie bei den Farnen gestaltet.

571. Die Archegonien stimmen in ihrer Entwickelung mit denen der Farnkräuter überein. Nur ist ihr Hals aus nur 3—4 Zellenetagen gebildet, von denen höchstens die zwei oberen über die Vorkeimfläche vortreten, so dass das Archegonium in seiner Form sehr an dasjenige von Salvinia erinnert (Fig. 176 — vgl. Fig. 182 *c*). — Die Befruchtung findet wie bei den Farnen statt; die jüngeren Embryonen sind unbekannt, die ältesten wie bei den Farnkräutern gegliedert. Stämmchen und erstes Blatt durchbrechen jedoch den ganzen Vorkeim senkrecht nach oben, die Wurzel durchwächst ihn senkrecht nach abwärts.

572. Die Marattiaceen, circa 20 Arten enthaltend, sind Tropenbewohner. Fossil treten sie vom Keuper bis Tertiär (Miocen) auf (Angiopteridium, Marattiopsis). Scolecopteris ist durch die prächtige Erhaltung der im Hornstein der sächsischen Dyas eingeschlossenen Sporangien bemerkenswerth, die denen von Marattia nahe kommen, deren Fächer aber im oberen Theile getrennt sind. Die drei gewöhnlich unterschiedenen Familien sind bereits auf Seite 300 charakterisirt worden.

Fig. 177.

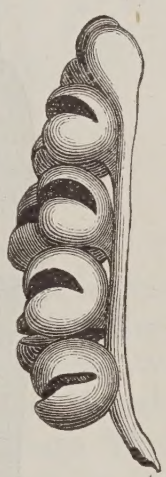
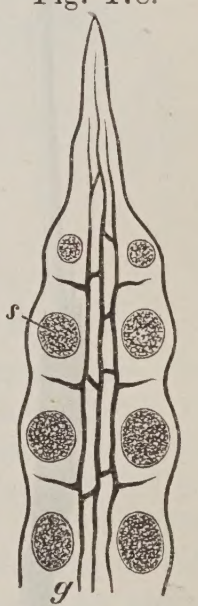


Fig. 178.



22. Ordnung. Ophioglosseae.

573. (Fam. 1.) Ophioglossaceae. Das kurze, aufrechte, in der Erde steckende Stämmchen ist äusserst selten verzweigt und wächst sehr langsam. Sein Vegetationskegel steckt tief zwischen den Blattscheiden. Auch von den langsam wachsenden Blättern (§ 26) ist jedes jüngere von der Scheide der älteren umschlossen. Das von Blättern freie ältere Stück des Stammes ist dicht mit Blattnarben und dicken, fleischigen Wurzeln bedeckt. Letztere entwickeln bei Ophioglossum durch Adventivknospen neue Pflanzen. Die Blätter sind so verzweigt, dass ein fructificirender Spross aus der Vorderseite des sterilen entspringt (bei Ophioglossum palmatum sind mehrere Sporangienähren vorhanden). Bei Ophioglossum sind beide Zweige meist

Fig. 177. Botrychium Lunaria Sw. Fructificirende Fieder mit geöffneten Sporangien, vergrössert. — **Fig. 178.** Längsschnitt aus der Spitze der Sporangienähre von Ophioglossum vulgatum, wenig vergrössert. *g* Gefässbündel, *s* Sporenfächer.

einfach, bei Botrychium (Fig. 177, 179) und Helminthostachys wieder verzweigt.

574. Die Sporangien sind vollständig in das Gewebe des fertilen

Fig. 179.

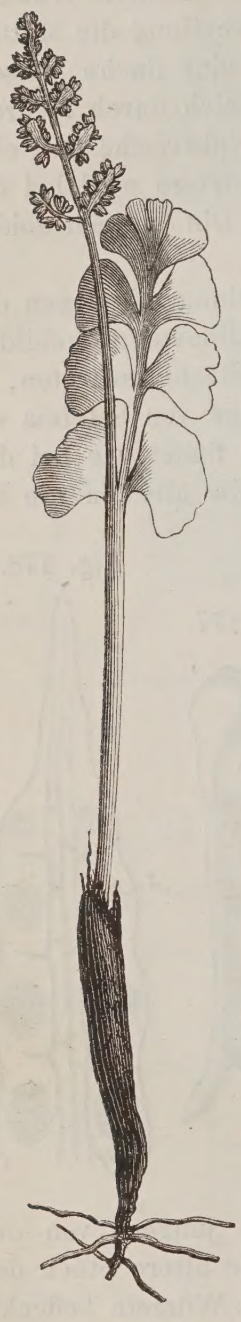
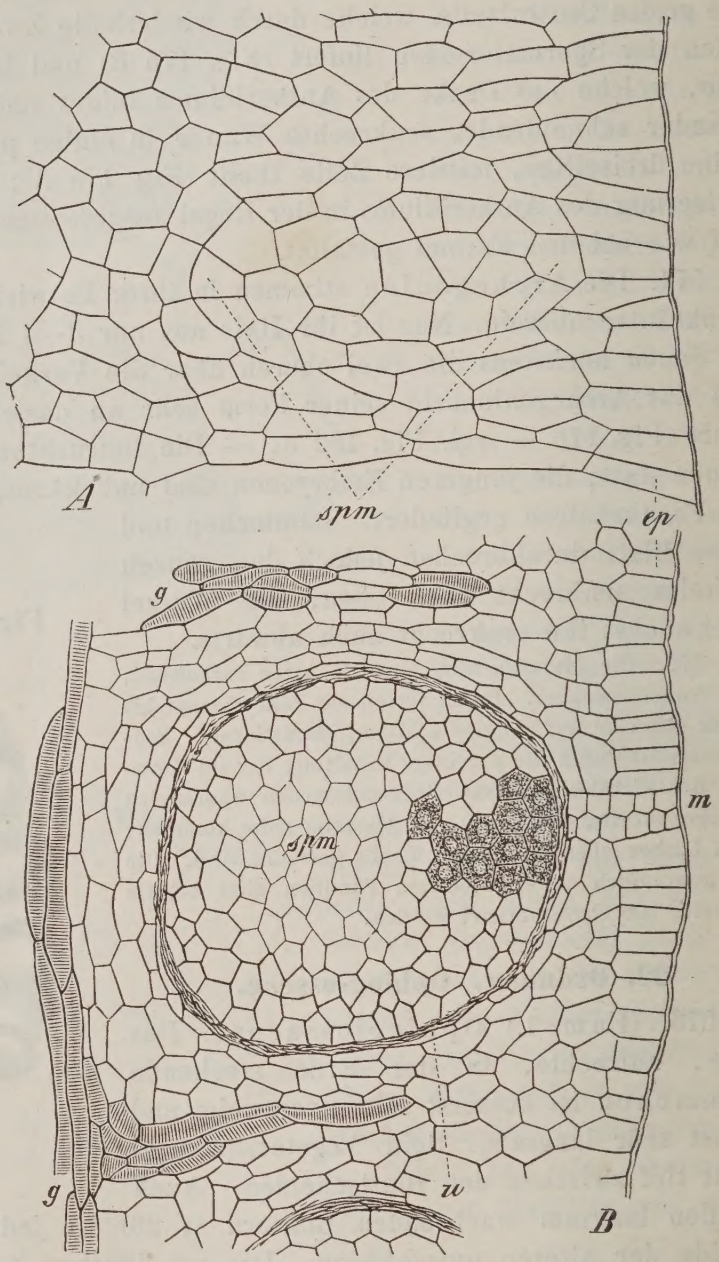


Fig. 180.



Blattes eingesenkte, von dem gewöhnlichen Parenchym umgebene und von

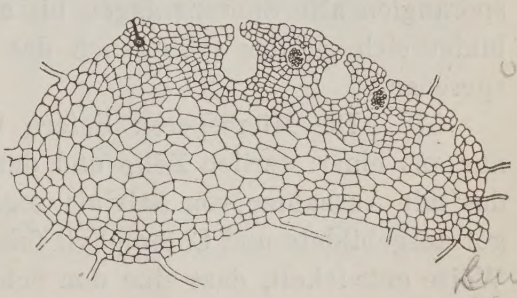
Fig. 179. Botrychium Lunaria Sw. Natürliche Grösse.

Fig. 180. Ophioglossum vulgatum L. A Theil eines Längsschnittes aus einer sehr jungen Sporangienähre, nach Russow. Vergr. 300. B Längsschnitt durch ein Sporenfach einer älteren, 8 mm langen Aehre, kurz vor Trennung des Gewebes der Sporenmutterzellen in seine einzelnen Zellen. Vergr. 120. — *spm* Sporenmutterzellen; *ep* Epidermis; *m* Zellenreihen, zwischen denen das Aufreissen des Sporenfaches erfolgt; *u* in Resorption begriffene Wandschicht des Sporenfaches; *g* Gefässbündel.

der normalen Epidermis als äusserster Wandschicht überzogene Zellencomplexe (Fig. 180, *spm*), die bei Ophioglossum in zwei Reihen in der sogenannten Aehre (Fig. 178, *s*), bei Botrychium einzeln in je einem letzten Zipfel des rispigen Blatttheiles liegen (Fig. 177). Die Rissstelle der sich quer öffnenden Sporenfächer ist durch zwei über einander liegende Schichten kleinerer, zarterer Zellen schon früh in der Wand kenntlich gemacht (Ophioglossum — Fig. 180 B, *m*). Nach neueren Untersuchungen geht das Archesporium als Mutterzellgewebe der Sporen bei Botrychium aus einer einzigen Zelle hervor.

Der Vorkeim entwickelt sich unterirdisch als ein chlorophyllloser, knolliger, parenchymatischer Gewebekörper (Fig. 181), der sich bei Ophioglossum in einen wurmförmigen, bis mehrere Centimeter langen Auswuchs verlängert und welcher beiderlei Geschlechtsorgane trägt. Die Antheridien sind dem Vorkeimgewebe vollständig eingesenkt, von einer bis zwei Zellenlagen bedeckt. Ihre Spermatozoiden sind denen der Farne ähnlich. Die Archegonien treten nur mit einem kurzen Halse hervor. Ihre Entstehung scheint denen der Farne zu gleichen. Die Entwickelung des Embryo ist nicht vollständig bekannt.

Fig. 181.



575. Die Ophioglossaceen sind arm an Formen. Man kann etwa 12 Arten unterscheiden, von denen das gemeine, über die ganze Erde verbreitete und sehr variirende Ophioglossum vulgatum allerdings oft in viele Arten gespalten wird. In Deutschland sind heimisch: Ophioglossum: Fertiler Blatttheil ährenförmig. — Botrychium: Fertiler Blatttheil doppelt bis mehrfach fiedertheilig (rispenförmig). — Ein fossiles Ophioglossum wird aus dem Tertiär beschrieben.

23. Ordnung. Hydropterides. (Rhizocarpeae — S. 300).

576. Den unpassenden Namen der Wurzelfrüchtler (Rhizocarpeae) verdankt die Ordnung dem Umstande, dass die Sporenfrüchte bei Salvinia an eigenthümlich gestalteten, einer büschelig verzweigten Wurzel ähnlichen und früher mit einer solchen verwechselten Blättern entstehen (Fig. 182 B). Ihren Namen der Wasserfarne (Hydropterides) dagegen führt sie mit Recht, denn die Salviniaceen gedeihen nur schwimmend auf der Oberfläche stehender oder schwach fliessender Gewässer und die Marsiliaceen an nassen Orten oder zeitweilig selbst untergetaucht im Wasser. Bei allen Arten ist der kriechende oder schwimmende Stengel dünn und zart und mehr oder weniger verzweigt (Fig. 182 A, 186, 187). Er wächst mittels keilförmiger (Salviniaceae) oder tetraëdrischer Scheitelzelle (Marsiliaceae), wird von einem schwachen axilen Fibrovasalstrange (Salviniaceae) oder einer Gefässbündelröhre durchzogen (Marsiliaceae) und führt in der Rinde weite Lufthöhlen. Mit Ausnahme der völlig wurzellosen Salvinia trägt er auf seiner Bauchseite die Wurzeln, während die Rückenseite die zweizeilig gestellten Blätter

Fig. 181. Botrychium Lunaria Sw. Längsschnitt des Prothalliums, nach Hofmeister. Vergr. 50.

entwickelt (Fig. 186, 187). Letztere stehen nur bei Salvinia im dreigliederigen Wirtel (Fig. 182 B).

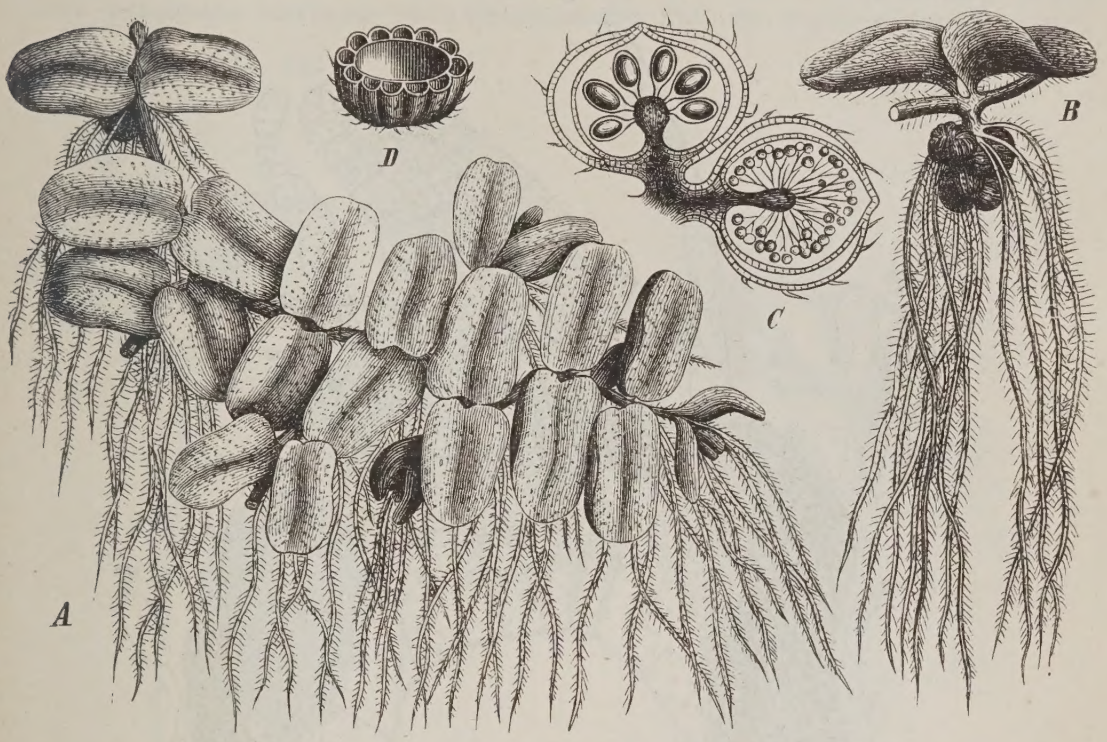
577. Die Sporangien, welche sich bezüglich ihrer Anlage und weiterhin in der Form des Archesporiums und dem Verhalten des letzteren bei Bildung der Mantel- und Sporenmutterzellen den typischen Farnen anschliessen, in ihrer zarten, einschichtigen Wand dagegen keinen Ring ausbilden, entstehen frei in Höhlungen eigenthümlich umgestalteter Blattzipfel, die man ihres Aussehens wegen kurz als Sporangienfrüchte oder Sporocarpien bezeichnen kann (Fig. 182 B und C; 186, 187). Wesentlicher jedoch ist der Umstand, dass die Hydropterideen heterospore Filicinen (§ 545) sind, deren Microsporangien 64 kugeltetraëdrische Microsporen entwickeln, während das Macrosporangium nur eine eigenthümlich organisirte Macrospore enthält. Bei den Marsiliaceen entwickeln sich Macro- und Microsporangien neben einander in demselben Sporocarpium (Fig. 188 A, D); bei den Salviniaceen dagegen enthält die eine Sporenfrucht nur Macro-, die andere nur Microsporangien (Fig. 182 C). Bis zur vollendeten Bildung der Sporenmutterzellen sind die beiderlei Sporangien nicht verschieden. Während aber in den Microsporangien sämmtliche Sporen sich entwickeln, werden in den Macrosporangien alle Sporenanlagen bis auf eine resorbirt, und diese eine Spore bildet sich zu der schliesslich das ganze Sporangium ausfüllenden Macrospore aus.

578. Die Microsporen liefern bei der Keimung ein sehr rudimentäres, nur aus einer sterilen Zelle und dem Antheridium bestehendes Prothallium, das mit Ausnahme von Salvinia sogar die Spore nicht verlässt. Das kräftiger ausgebildete und Chlorophyll führende weibliche Prothallium wird in der Weise entwickelt, dass eine den Scheitel der Macrospore ausfüllende, dichte Plasmamasse durch eine Membran als Zelle abgeschnitten wird und sich durch weitere Theilung in den Vorkeim umwandelt, der jedoch die Spore nicht verlässt, sondern nur mit dem die Archegonien tragenden Scheitel zur Spore herausschaut und gewissermaassen als Anhängsel derselben erscheint (Fig. 184 *p*). Der übrige, grössere Sporenraum ist mit Reservestoffen (Stärke, Fett) erfüllt, welche der Ernährung des Prothalliums und Embryos dienen. Die kaum vorragenden Archegonien schliessen sich im Bau denjenigen der beiden vorangehenden Ordnungen an. Die übrigen Verhältnisse müssen nach den beiden Familien gesondert besprochen werden.

579. (Fam. 1.) **Salviniaceae.** Diese Familie, deren charakteristische Unterschiede bereits hervorgehoben wurden (vgl. auch S. 300), enthält nur wenige Arten: zarte, auf dem Wasser schwimmende Pflänzchen, von denen Salvinia natans auch in Deutschland gefunden wird (Fig. 182). Die Blätter stehen hier zu 3 wirtelig. Je 2 in der Knospe der Länge nach einfach zusammengefaltete Blätter eines Quirles schwimmen als „Luftblätter" auf der Wasserfläche, das dritte, in fadenförmige Zipfel büschelig zerschlitzte Blatt des Wirtels hängt als „Wasserblatt" vertical ins Wasser hinab. Wurzeln fehlen der Salvinia; bei der nur die beiden Reihen der Luftblätter entwickelnden, an beblätterte Lebermoose (namentlich an Frullania) erinnernden aussereuropäischen Gattung Azolla sind sie (und zwar auf der Bauchseite des Stengels) vorhanden. Bei Salvinia sind die Sporangien in einfächerige, etwa erbsengrosse Sporenfrüchte eingeschlossen, welche zu 2—8 büschelig als metamorphosirte basale Zipfel des Wasserblattes entstehen (Fig. 182 B). Ihre aus 2 Zellenplatten gebildete Wand ist von einer Anzahl bogig aufwärts verlaufender Luftcanäle durchzogen (Fig. 182 C im Längs-, D im Querschnitte) und das aus dem Grunde sich erhebende keulige Receptaculum trägt in den einen Sporenfrüchten zahlreiche lang gestielte, kugelige Microsporangien (Fig. 182 C, rechts unten), in anderen

auf derselben Pflanze, oft in demselben Büschel befindlichen Sporocarpien eine geringere Zahl eiförmiger, kurz gestielter Macrosporangien. Die einzelne Sporenfrucht entwickelt sich so, dass der jugendliche Zipfel des Wasserblattes zum Receptaculum wird, während an seinem Grunde

Fig. 182.



sich ein Ringwulst von Zellen erhebt, der emporwachsend zuletzt eine völlig geschlossene Hülle bildet. Die Sporenfrucht gleicht somit dem Sorus der Hymenophyllaceen, von Cyathea u. s. w., ihre Wand ist dem unterständigen Schleier derselben homolog, der ja auch bei manchen Cyathea-Arten und bei der Polypodiaceengattung Diacalpe sackartig geschlossen ist. Für den schon im § 577 kurz angedeuteten Verlauf der Sporenentwickelung ist weiter zu bemerken, dass die Microsporen in einem aus den Tapetenzellen hervorgehenden schaumigen, später erhärtenden Schleime eingeschlossen liegen, der auch in den Macrosporangien bleibt, hier aber eine dicke und auf dem Scheitel dreilappige, als Episporium bezeichnete Hülle um die Macrospore bildet (Fig. 184 *ep*). Nach Entwickelung der Sporenfrüchte geht die Pflanze zu Grunde. Die Früchte werden durch Verwesung geöffnet. Azolla entwickelt die Sporocarpien am äusseren, abwärts

Fig. 183.

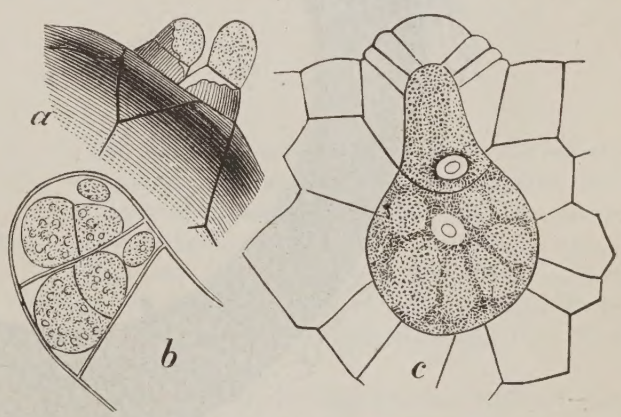


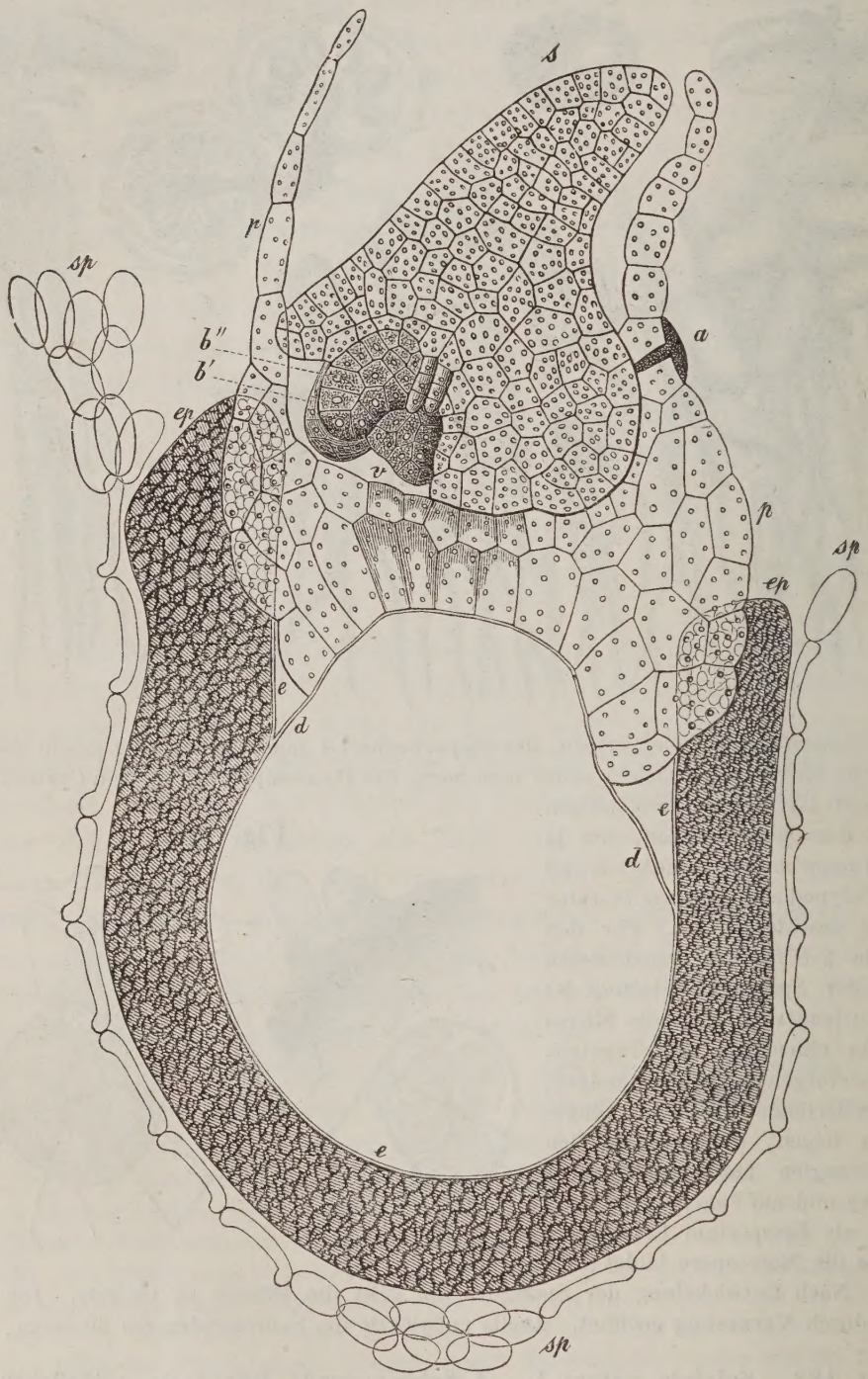
Fig. 182. Salvinia natans L. A Schwimmende Pflanze in natürlicher Grösse. B Stück des Stengels mit zwei Luftblättern und dem zugehörigen fructificirenden Wasserblatte, natürliche Grösse. C Zwei Sporangien im Längsschnitte, das obere mit Macro-, das untere rechts mit Microsporangien; schwach vergr. und etwas schematisirt. D Querdurchschnittenes Sporangium entleert; schwach vergrössert.

Fig. 183. Salvinia natans, nach Pringsheim. *a* Stück vom Umfange eines Microsporangiums mit Antheridien. *b* Spitze des Microsporenschlauches mit dem zweizelligen Antheridium. *c* Archegonium. Vergr. *a* 250, *b* 580, *c* 300.

gekehrten Zipfel des tief zweilappigen Blattes. Ihre Macrosporangien sitzen einzeln in jeder Sporenfrucht und zeigen im Bau der Macrospore complicirtere Verhältnisse.

580. Bei der im Mai stattfindenden Keimung von Salvinia verlassen die Microsporen die

Fig. 184.



Sporangien nicht, sondern ihr kurzes, schlauchförmiges Prothallium durchbricht Schaummasse

---

Fig. 184. Salvinia natans L. Medianschnitt durch Macrospore, Prothallium und Embryo zur Zeit des Durchbruches des letzteren durch das Prothallium (Vergr. 150), nach Pringsheim. *v* Stammspitze, *s* Schildchen, *b'* erstes und *b''* zweites Blatt des Embryo; *p* Prothallium, *a* Archegonium; *sp* Sporangiumwand; *e* Sporenhaut, *ep* Episporium und *d* Diaphragma der Macrospore.

und Sporangienwand, tritt mit seinem stumpfen Scheitel nur wenig nach aussen und scheidet diesen durch eine Querwand als einziges Antheridium ab (Fig. 183 *a*). Letzteres erzeugt nach nochmaliger schiefer Quertheilung in seinen beiden Zellen durch zweimalige Zweitheilung je 4 Primordialzellen als Mutterzellen eben so vieler Spermatozoiden, wobei jedoch ein kleiner Theil des Plasmas nicht mit zur Verwendung kommt (Fig. 183 *b*). Die Spermatozoiden werden durch deckelartiges Aufklappen der Antheridiumzellen frei. Das weibliche Prothallium (vgl.

Fig. 186.

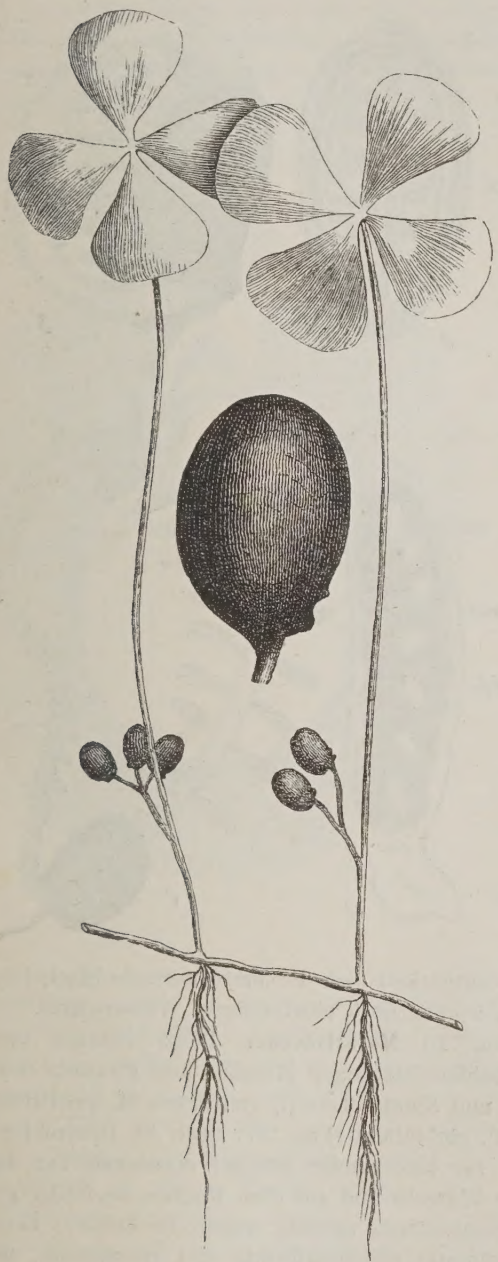
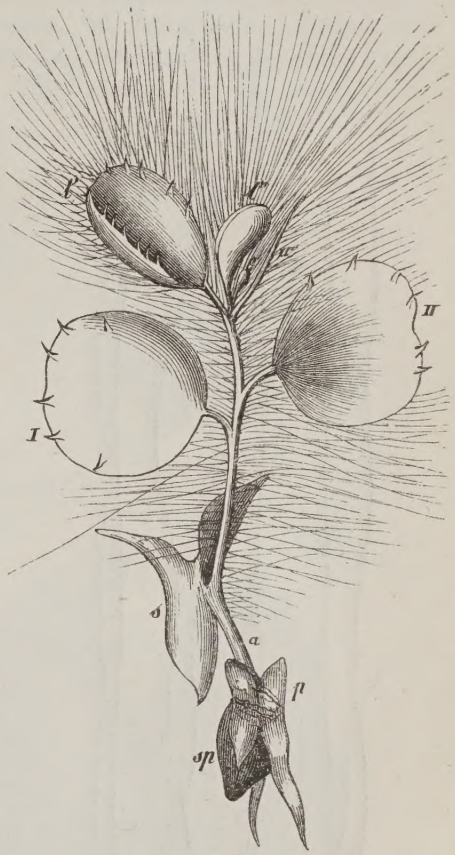


Fig. 185.



§ 578) ist sattelförmig und erzeugt auf seinem Rücken in einer Querreihe drei Archegonien und, falls keines derselben befruchtet wird, an seinem weiterwachsenden Vordertheile noch weitere Querreihen von je 3—7 Archegonien. Diese werden wie bei den Farnen entwickelt; ihr Hals bleibt aber kurz, wie bei den Marattiaceen (Fig. 183 *c* — vgl. § 571).

581. Nach der Befruchtung schliesst sich der Halscanal des Archegoniums und der Embryo theilt sich zuerst wie derjenige der Polypodiaceen (§ 558) und Marsiliaceen (§ 584, Fig. 191 A) in Octanten, von denen die weitere Differenzirung der Organe so ausgeht, dass aus den zwei oberen vorderen Octanten das Keimblatt (Schildchen — Fig. 184, 185: *s*), aus einem

Fig. 185. Salvinia natans L. Junge Pflanze noch in Verbindung mit Prothallium (*p*) und Macrospore (*sp*); *a* Stielchen, *s* Schildchen; I und II die beiden ersten, einzeln stehenden Blätter; *l'* und *l''* die beiden Luftblätter und *w* das zugehörige Wasserblatt des ersten normalen Quirles; *c* Stammspitze. Nach Pringsheim. Vergr. 20.

Fig. 186. Marsilia quadrifolia L. Stück des kriechenden Stengels mit zwei fructificirenden Blättern in natürlicher Grösse und Frucht vergrössert.

der unteren der Stammscheitel (Fig 184 *v*), aus der hinteren Hälfte der anfangs fersenartige (Fig. 184), später stielartige Fuss (das Stielchen — Fig. 185 *a*) sich bildet, während das Prothallium rechts und links in je einen flügelartigen Lappen auswächst, der weit neben der Spore herunterhängt (Fig. 185 *p*). An dem aus dem Vorkeime hervortretenden Pflänzchen werden die beiden auf das schildförmige Keimblatt folgenden gestielten, den Schwimmblättern schon ähnlichen Blätter auch noch einzeln angelegt (Fig. 185 I, II). Erst am vierten Knoten

Fig. 187.

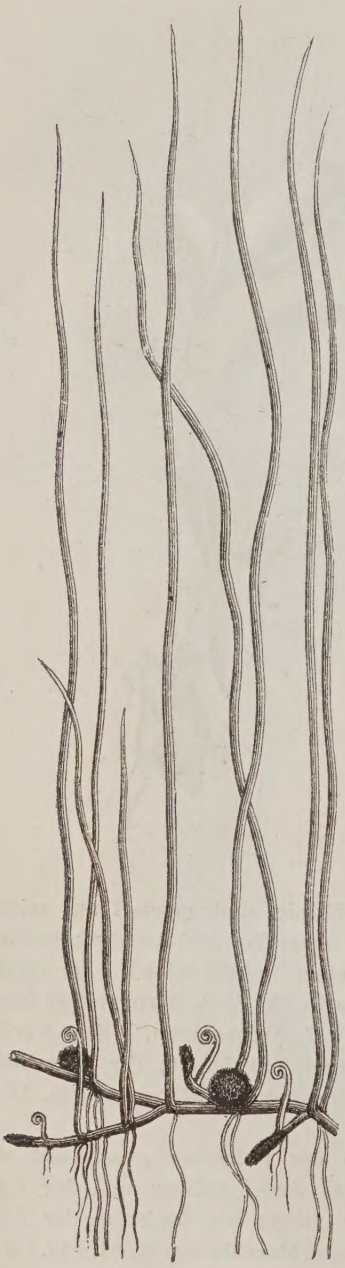
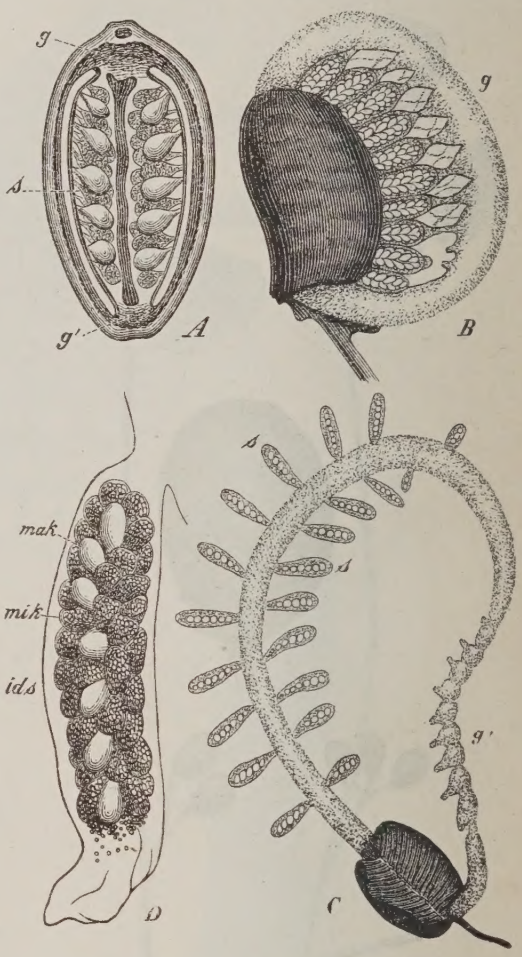


Fig. 188.



des Stämmchens entwickelt sich der erste normale Blattwirtel (Fig. 185 *l'*, *ll''*, *w*) mit noch einzipfeligem Wasserblatte.

582. (Fam. 2.) **Marsiliaceae.** Diese Familie umfasst in ihren beiden Gattungen Marsilia und Pilularia circa 60 Arten Land- und Sumpfpflanzen, von denen M. quadrifolia (Fig. 186) und P. globulifera (Fig. 187) auch in Deutschland heimisch sind. Ihr kriechender Stengel entwickelt auf der Bauchseite stets Wurzeln und auf dem Rücken zweizeilig gestellte, im Knospenzustande spiralig eingerollte Blätter. Letztere sind bei Pilularia pfriemenförmig und spreitenlos, bei Marsilia mit einer zweijochig-gefiederten, an die Blätter von Oxalis erinnernden Spreite versehen. Die gestielten Sporenfrüchte entstehen als metamorphosirte

---

Fig. 187. Pilularia globulifera L. Stück der fructificirenden Pflanze, nat. Grösse.

Fig. 188. Marsilia salvatrix Hanst. A Querschnitt der reifen geschlossenen Frucht, vergr. B Gequollene und geöffnete Frucht mit austretendem Gallertringe (Vergr. $2^1/_2$). C Vollständig entleerte Frucht, nat. Gr. D Sorus (Vergr. 6). *s* Sorus, *g* Gallertring, *g'* dessen Bauchstück, *ids* Indusium, *mak* Macrosporangien, *mik* Microsporangien. Nach Hanstein.

Blattabschnitte auf der Vorderfläche oder am Grunde des Blattstieles (Fig. 186, 187), selbst in den Fällen, in welchen sie, wie bei Pilularia, später achselständig erscheinen. Auf ihre complicirte Entwickelungsgeschichte kann hier nicht eingegangen werden, doch mag bemerkt sein, dass bei beiden Gattungen die später geschlossenen Fruchtfächer anfänglich mit einem auf ihrem Scheitel befindlichen Canale frei nach aussen münden. Die kugeligen Sporocarpien von Pilularia sind mit 2—4 verticalen, die bohnenförmigen Sporenfrüchte der Marsilien mit zahlreichen queren, eine rechts und eine links liegende Reihe bildenden Fächern versehen (Fig. 188 A).

583. Die harte, vielschichtige Fruchtwand ist in beiden Gattungen eigenthümlich gebaut und namentlich durch zwei Lagen dickwandiger Pallisadenzellen ausgezeichnet, welche unter der behaarten, mit Spaltöffnungen versehenen Epidermis liegen. Die durch weiches Parenchym getrennten Fruchtfächer tragen auf einem ihrer Aussenwand angehörenden Receptaculum einen Sorus von Macro- und Microsporangien (Fig. 188 A, D). Die Entwickelung der jugendlichen

Fig. 189.

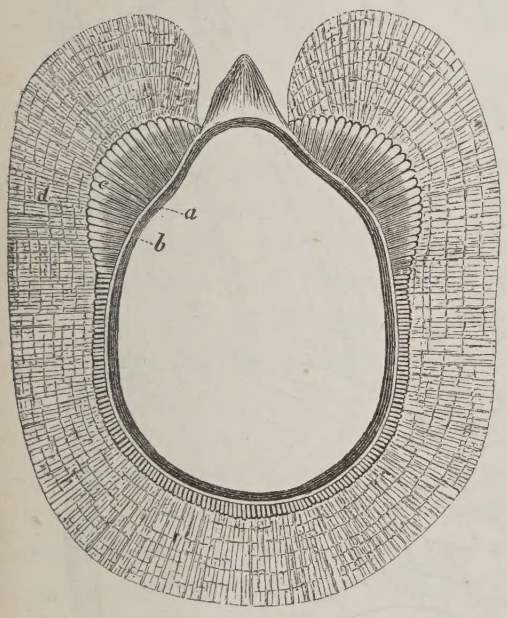
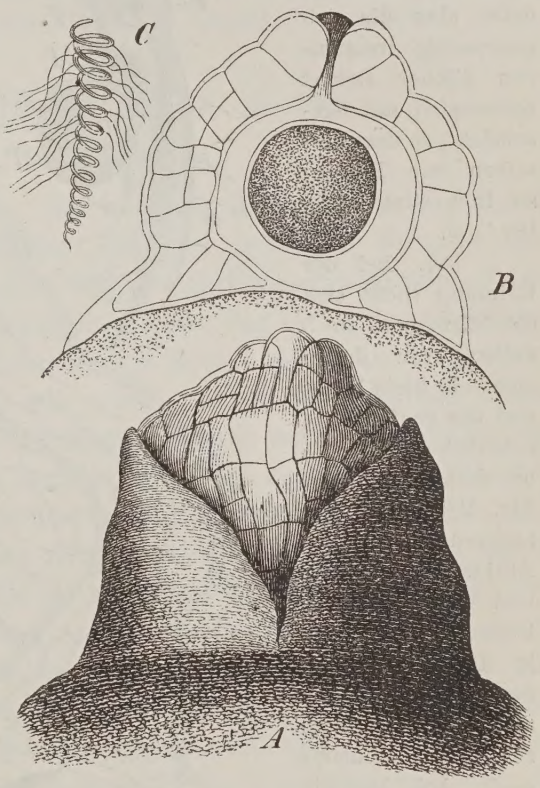


Fig. 190.



Sporangien weicht von derjenigen der Salviniaceen dadurch ab, dass die Anlage zuerst eine Zeit lang mittels einer dreischneidigen Scheitelzelle wächst, ehe eine gewölbte Querwand von letzterer das tetraëdrische Archesporium abschneidet. Die reifen Microsporangien sind von denen letzterer Familie dadurch verschieden, dass ihre Sporen nicht in einer Schaummasse eingebettet (§ 579), sondern frei liegen. Das Episporium der Macrospore (Fig. 189) besteht aus einer dünnen, der Sporenhaut (*a*) zunächst aufliegenden Schicht (*b*), welche auf dem Scheitel als oft faltige Papille vorragt. Auf dieser Schicht lagern zwei in der Umgebung des Scheitels mächtiger entwickelte, aber hier eine trichterförmige Vertiefung lassende Schichten von gallertartiger Beschaffenheit, die innere derselben (*c*) von deutlich prismatischer Schichtung, die äussere weichere (*d*) weniger scharf differenzirt (Entstehung vgl. § 78). — Die Sporen werden bei Pilularia dadurch frei, dass die Sporenfrucht sich mit 2—4 Klappen öffnet

---

Fig. 189. Pilularia globulifera. Macrospore im Längsschnitte (Vergr. 80). *a* Sporenhaut, *b*—*d* die Schichten des Episporiums.

Fig. 190. Marsilia salvatrix Hanst. A Prothallium mit bereits befruchtetem Ei im geöffneten Scheitel der Macrospore (Vergr. 230). B Prothallium mit befruchtetem Ei im Längsschnitte (Vergr. 230). C Spermatozoid (Vergr. 630). Nach Hanstein.

und das sich in Gallerte umwandelnde Gewebe der Scheidewände sammt den Sporen als Schleim ausquillt, in welchem auch Keimung und Befruchtung stattfinden. Die Marsiliafrucht wird dadurch zum Oeffnen gebracht, dass ein in der Kante derselben verlaufender Gewebewulst (Fig. 188 A: g', g) gallertartig quillt, die Fruchtwand auf der Bauchseite muschelförmig-zweiklappig sprengt und nun als wurstförmige Masse vortritt (Fig. 188 B, g), dabei aber die sich gegenseitig trennenden Fächer sammt Sporangien mit herauszieht, so dass dieselben wie Fiedern an ihm sitzen (Fig. 188 C, s).

584. Bei der Keimung theilt sich die Microspore in 3 Zellen, von denen eine sehr klein bleibt und das rudimentäre männliche Prothallium darstellt (ähnlich Fig. 198 F, v), die anderen beiden das Antheridium bilden und durch wiederholte Zweitheilung in je 16 Mutterzellen der Spermatozoiden zerfallen. Letztere zeigen bei Pilularia 4—5, bei Marsilia 12 — 13 Windungen (Fig. 190 C); sie werden sammt dem quellenden Endosporium aus der platzenden Microspore entleert.

Das weibliche, nur ein Archegonium

Fig. 191.

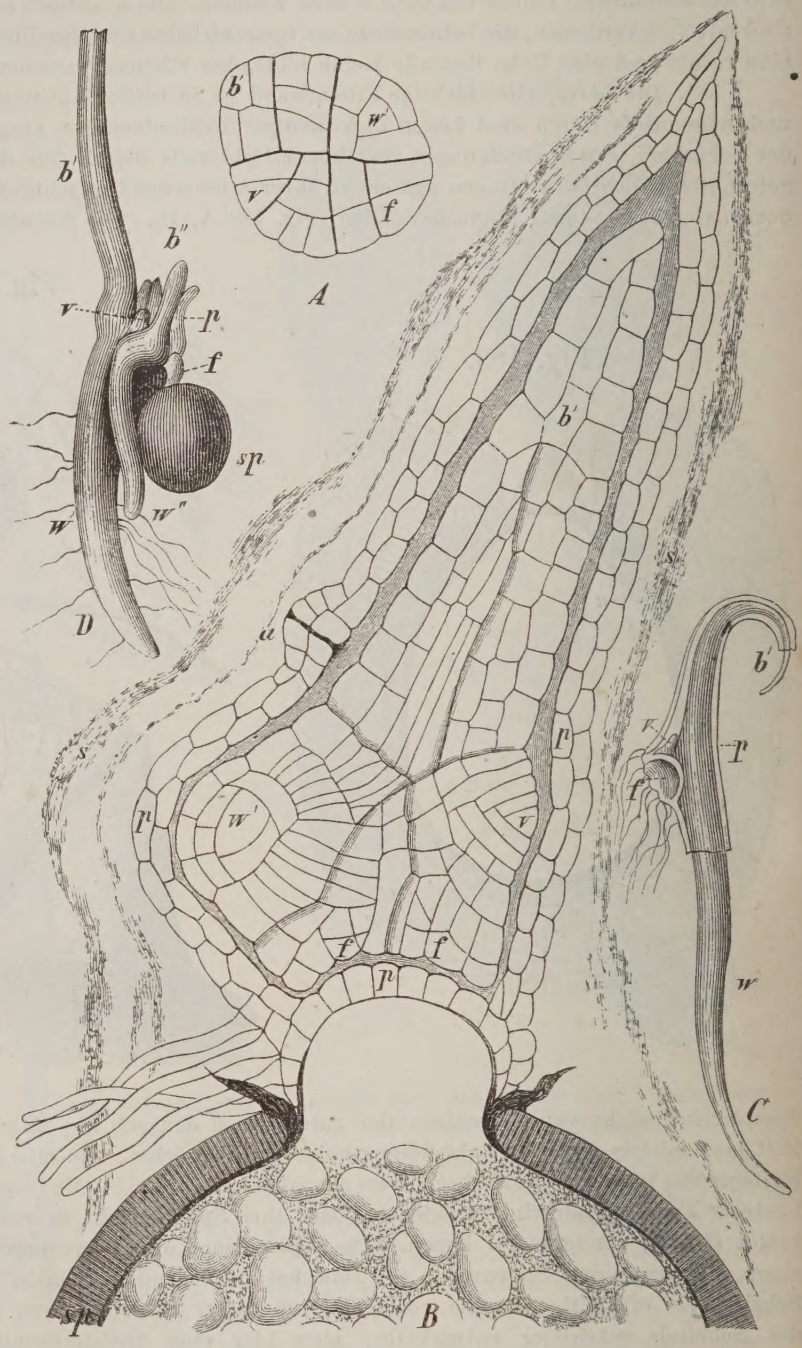


Fig. 191. Marsilia. A Embryo, 34 Stunden alt, im Medianschnitte (Vergr. 230). B Längsschnitt eines $3^1/_2$—4 Tage alten Embryo, im Prothallium eingeschlossen auf der Spitze der Spore; der Embryo selbst (wie die übrigen Figuren) nach Hanstein (Vergr. 230) und die Lücke zwischen Prothallium und Embryo der grösseren Deutlichkeit wegen schattirt. C Neun Tage alter Embryo, von der Spore abgelöst (Vergr. 7). D Ein rascher gewachsenes Keimpflänzchen, 7 Tage alt, noch in Verbindung mit Prothallium und Spore (Vergr. 14). — *sp* Spore, *p* Prothallium, *a* Archegoniumhals, *s* Schleimhülle aus dem gequollenen Episporium, *f* Fuss, *v* Stammscheitel, *w'* erste und *w''* zweite Wurzel, *b'* erstes (in Fig. D nur zur Hälfte gezeichnetes), *b''* zweites Blatt.

entwickelnde Prothallium ist noch kleiner als bei Salvinia. Es sitzt dem Scheitel der klappig aufreissenden Spore auf (Fig. 190 A, B) und bleibt auch hier mit der Macrospore in Verbindung. Der Embryo theilt sich wie bei den Farnen zuerst in Octanten, von denen der eine dem Archegoniumhalse zugekehrte die Anlage der Wurzel, ein demselben gegenüberliegender den Stammscheitel liefert, zwei den Fuss, drei weitere Octanten die beiden Keimblätter des Pflänzchens entwickeln. Von letzteren ist das erste noch spreitenlos (Fig. 191 B, *b'*); die folgenden Blätter entwickeln bei Marsilia zuerst eine einfache, dann die weiteren eine zwei- bis vierlappige Spreite, bis schliesslich die normal getheilten Blätter auftreten.

585. Man kennt 56 Arten in 2 Gattungen, von denen Marsilia 51, Pilularia 5 enthält. Die meisten derselben kommen in den Tropen, besonders in Neuholland vor. Deutschland besitzt von jeder Gattung eine Art. Marsilia: Blätter mit 2jochig gefiederter, kleeartiger Spreite. Früchte bohnenförmig, vielfächerig, 2klappig (M. quadrifolia). — Pilularia: Blätter pfriemenförmig, spreitenlos. Früchte kugelig, 2—4fächerig, 2—4klappig (P. globulifera). — Im Tertiär kommen eine Pilularia und eine Marsilia vor. Den Marsiliaceen ähnliche Formen finden sich im Wealden (Marsilidium), Rhät (Jeanpaulia) und Keuper (Sagenopteris).

IV. Classe. Equisetinae (S. 300).

24. Ordnung. Equisetaceae.

586. (Fam. 1.) Equisetaceae. Der äussere Aufbau der nur durch die Gattung Equisetum repräsentirten einzigen lebenden Familie der Schachtelhalme ist ein von dem aller übrigen Gefässkryptogamen so abweichender, dass dieselben mit keiner anderen Form der Gruppe verwechselt werden können. Der unterirdische Stamm, wie dessen oberirdische Sprosse und deren Verzweigungen, bestehen aus einer Anzahl meist hohler Internodien, die durch niedrige, scheibenförmige Knoten (resp. Scheidewände) von einander getrennt werden. Jedes Internodium zeigt auf dem Querschnitte einen Kreis schwacher, collateraler Gefässbündel, die dasselbe senkrecht und isolirt durchziehen, dagegen im Knoten sich in zwei Aeste spalten und durch diese so anastomosiren, dass sämmtliche Anastomosen eine ringförmig verlaufende Zickzacklinie bilden. In dem einzelnen Gefässbündel tritt ein unter Zerreissung der ältesten Gefässe gebildeter Luftgang, die Carinalhöhle auf (Fig. 192 D, *c*). Die Lage der Gefässbündel ist äusserlich gewöhnlich schon durch Vorsprünge des Internodiums (Riefen) angedeutet, die sich anatomisch durch das Vorkommen bastfaserartiger Zellen unter der Epidermis auszeichnen (Fig. 192 D, *s*). Die einzelnen Riefen sind dann durch (dem Parenchym zwischen den Gefässbündeln entsprechende) Rillen getrennt, unter denen im Stengelgewebe stärkere Luftgänge, die Valecularhöhlen, liegen (Fig. 192 D *v*). In den aufeinander folgenden Internodien alterniren alle diese Elemente mit einander.

587. Der grosse Vegetationskegel der Endknospe ist durch seine mächtige Scheitelzelle ausgezeichnet, deren Segmentirung bereits im § 171 erläutert wurde. Dass die jugendlichen Internodien ein Mark besitzen, durch dessen Zerreissung erst später die Centralhöhle gebildet wird, wurde ebenfalls schon erwähnt (§ 180). Die quirlig gestellten, scheinbar endogen entstehenden (§ 15) Zweige des unterirdischen Rhizomes, wie der oberirdischen Sprosse, zeigen im Wesentlichen den Bau der Stengel; die Zahl der an den letzten Verzweigungen auftretenden Riefen, Rillen, Gefässbündel etc. ist jedoch eine geringere, als die der stärkeren Sprosse. An den Rizomen mancher Equiseten (E. arvense, E. Telmateja) entwickeln sich kurze, knollen-

Fig. 192.

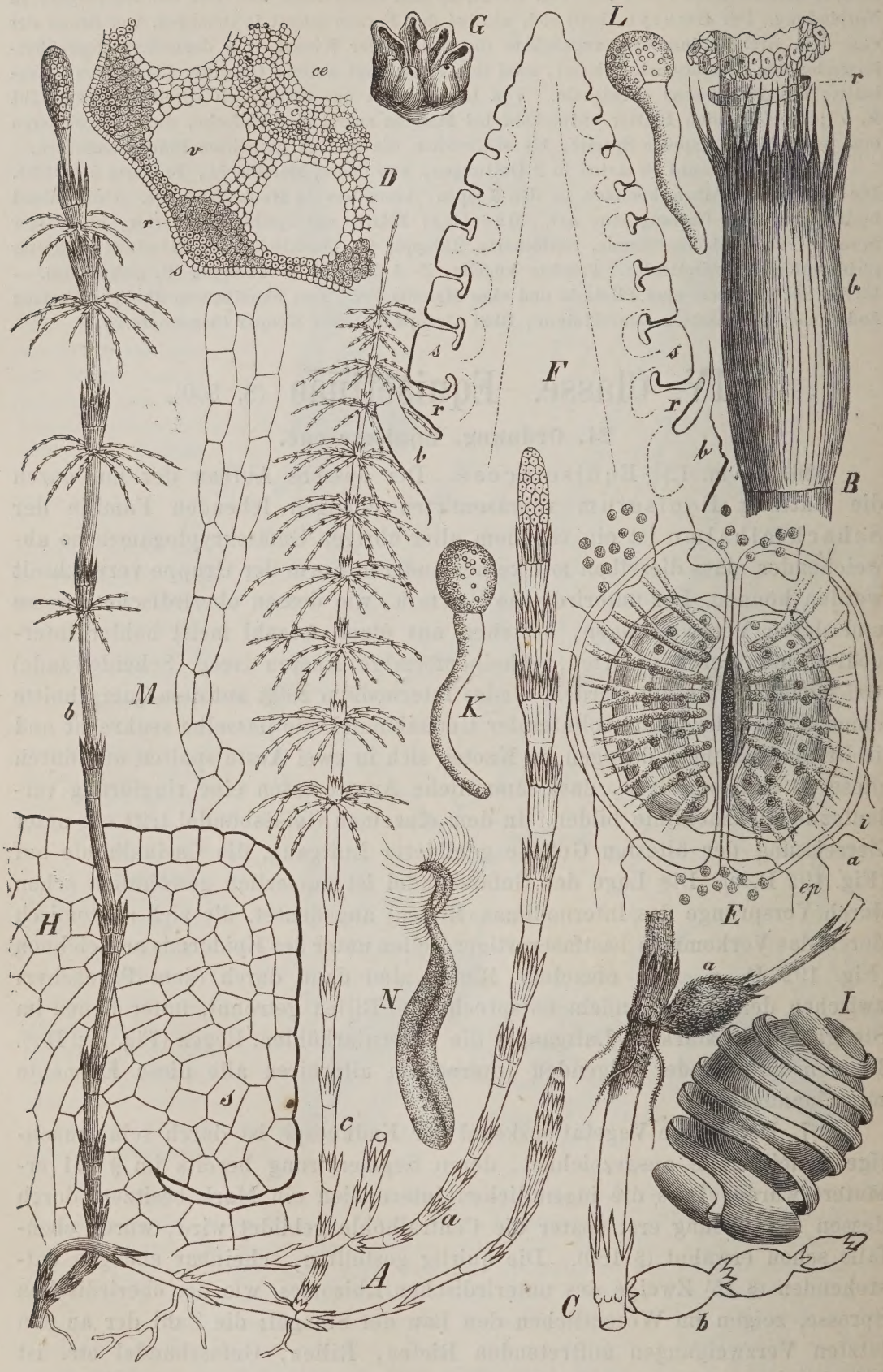


Fig. 192. A Equisetum pratense Ehrh. nat. Gr.: *a* fertiler Spross, *b* ein solcher in Astbildung begriffen, *c* junger steriler Spross. B Equisetum Telmateja Ehrh. natürl.

artige, eirunde oder birnförmige, reich mit Stärke gefüllte Sprosse aus je einem Internodium, oder auch solche Sprossketten, die längere Zeit ruhen können und dann durch Weiterwachsen neue, gewöhnliche Sprosse bilden (Fig. 192 C).

588. Die Blätter der Equiseten sind scheidenförmig, cylindrisch oder glockenförmig aufgebaucht, am Rande mit so viel Zähnen versehen, als das zugehörige, unter ihnen stehende Internodium Gefässbündel besitzt. Auch sie zeigen oft den gleichen Bildungen ihres Internodiums entsprechende Rillen und Riefen (Fig. 192 A, B). Das einzelne Blatt entsteht am Vegetationskegel als ein einheitlich angelegter Gewebe-Ringwulst, auf dessen Kante eine Reihe zweischneidiger (Scheitel-)Zellen liegt, die sich durch abwechselnd dem Stengel zu- und abgeneigte Wände theilen. Auf der Kante des sich bald als Cylinder erhebenden Blattes werden dann in regelmässigen Abständen die Zähne desselben als kleine Zellenhöcker angelegt.

589. Die Sporangien entwickeln sich an metamorphosirten Blättern, welche stets das Ende eines normalen oder auch eigenthümlich umgestalteten Haupttriebes oder seiner Seitensprosse einnehmen (§ 593) und hier einen dichten, zapfen- oder ährenförmigen Fruchtstand bilden (Fig. 192 A). Zwischen dem letzten Scheidenblatte und der Sporangienähre steht noch ein eigenthümliches, metamorphosirtes Blatt eingeschaltet, das als Ring bezeichnet wird und oft auch auf kurzen Zähnen einzelne Sporangien trägt (Fig. 192 B, F: *r*). Die sporangientragenden Blätter werden wie die sterilen Scheidenblätter angelegt; nur entwickelt sich ihr scheidenförmiger Theil in Folge schwachen intercalaren Wachsthums nur wenig, während die den Zähnen der sterilen Blätter entsprechenden Zellhöcker eine bedeutendere Ausbildung erlangen. Diese sind zuerst halbkugelig; ihr unterer Theil bleibt aber bald dünner und wächst zum wagerecht abstehenden Stiele, der obere sich stärker entwickelnde zum Schildchen des Sporangienträgers heran, das in Folge des von den benachbarten Schildern ausgeübten Druckes polygonal wird (Fig. 192 F, *s*).

590. Auf der Unterseite des gewöhnlich sechsseitigen Schildchens, also der Axe zugewendet, entstehen meist 5—10 säckchenförmige, ringlose Sporangien (Fig. 192 G), die als kleine, aus Oberflächenzellen hervorgehende Gewebehöcker angelegt werden (Fig. 192 H, *s*), deren äussere 3—4 Zellenlagen die Wand liefern; das Archesporium (Sporenmutterzellgewebe) lässt

---

Gr. Oberes Internodium der Blattregion des fertilen Sprosses; *b* Blatt, *r* Ring und über demselben der unterste Fruchtblattquirl. C Equis. arvense L. nat. Gr. Stück des Rhizomes mit Knollen (*a*, *b*). D Equis. palustre L. Schematischer Querschnitt des Stengelinternodiums, vergr.; *ce* centrale Lufthöhle, *c* Carinalhöhlen, *v* Valecularhöhlen, *r* chlorophyllhaltiges Parenchym, *s* Sclerenchymbündel. E Equis. arvense L. Spaltöffnung (Vergr 670); *ep* die angrenzenden Epidermiszellwände, *a* äusseres und *i* inneres Schliesszellenpaar. F Equis. arvense L. Längsschnitt der halb entwickelten Fruchtähre (Vergr. 50); *b* oberstes Blatt, *r* Ring, *s* Fruchtblätter. G Equis. arvense L. Sporangienträger mit reifen, geöffneten Sporangien, von unten gesehen, schwach vergr. H Equis. arvense L. Halber junger Sporangienträger im Längsschnitte (Vergr. 300), nach Russow; *s* junges Sporangium. J Equis. palustre L. Spore (Vergr. 480). K—M Equis. limosum L. Junge Vorkeime (Vergr. 300, M schwächer). N Equis. Telmateja Ehrh. Spermatozoid (sehr stark vergr.) nach Schacht.

sich auf die plasmareiche Endzelle einer axilen Zellenreihe zurückführen. Von den Wandschichten ist bei der Reife nur die äusserste, durch einen Längsriss auf der dem Stielchen zugekehrten Seite sich öffnende Schicht erhalten, deren Zellen sich durch Spiral- und Ringfaserverdickungen auszeichnen. Die durch Viertheilung der Mutterzellen entstandenen Sporen sind durch die wiederholte Hautbildung charakterisirt. Ihre äusserste Membran besitzt schon

Fig. 193.

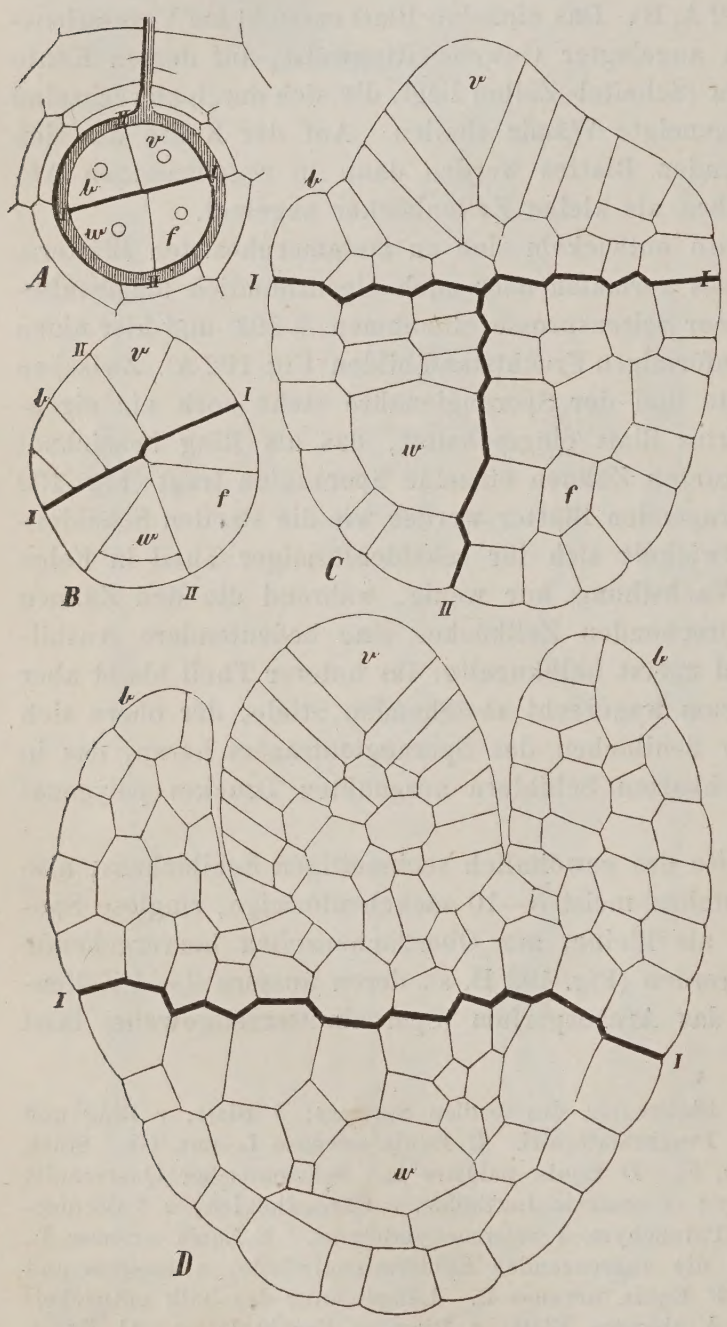


Fig. 194.

Fig. 194. Equisetum arvense L. A Embryo im Stadium, wo er das Archegonium durchbricht, nach Sadebeck. Vergr. 98. — B Stück des Prothalliums mit etwas älterer Keimpflanze, nach Hofmeister; Vergr. 10. — *w* Wurzel.

Fig. 193. Equisetum arvense L. A Vierzelliger Embyro im Archegoniumbauche. B Optischer Längsschnitt eines etwas älteren Embryo. C und D Längsschnitte noch älterer Embryonen. Alle Figuren in gleicher Lage gezeichnet. *v* Stammscheitel, *b* Blatt, *w* Wurzel, *f* Fuss, I erste und II zweite Wand. Nach Sadebeck. Vergr. A und B 270, C 360, D 346.

sehr früh Verdickungen in Form zweier Schraubenbänder, die durch sehr schmale Hautstreifen getrennt sind; die unter ihr liegenden beiden Hautschichten stehen nur an einer Stelle mit dieser Aussenhaut in Verbindung. Letztere zerreisst bei der Reife in ihren zarten Partieen und die beiden austrocknenden, sehr hygroskopischen Schraubenbänder rollen sich als an ihren Enden spatelförmig verbreiterte Elateren mit grosser Lebhaftigkeit auf, bei Aufnahme einer sehr geringen Wassermenge (wie etwa durch Anhauchen) sofort wieder um die Spore zusammen (Fig. 192 J).

591. Die Keimung der Chlorophyll führenden Sporen erfolgt schon nach wenigen Tagen oder Stunden in ähnlicher Weise, wie bei den Osmundaceen (Fig. 192 K—M; vgl. § 555). Die chlorophyllreichen Vorkeime sind gewöhnlich zuerst schmal bandförmig (Fig. 192 M), später meist vielfach gelappt. Sie zeigen in normalen Fällen Diöcie: kleinere Prothallien erzeugen Antheridien, grössere Archegonien. Die Antheridien entstehen an den Vorkeimlappen. Ihre Spermatozoiden, die grössten unter den Gefässkryptogamen, sind denen der Farne ähnlich (Fig. 192 N). Die Archegonien stimmen in ihrer Entwickelung mit denen der Farne (§ 557) überein, doch geht die Halscanalzelle etwa nur bis zur Mitte des Halses hinauf, dessen vier oberste Zellen sich durch bedeutende Länge und dadurch auszeichnen, dass sie beim Oeffnen des Archegoniums sich wie Hörner nach aussen krümmen.

592. Der junge Embryo zerfällt zunächst durch eine annähernd horizontale Wand (Fig. 193 A, B: I) in eine untere und obere Zelle, durch weitere rechtwinkelig schneidende Wände in Octanten. Einer der vier oberen Octanten liefert die in Folge raschen Wachsthums bald den grössten Theil der oberen Embryohälfte einnehmende Stammanlage (Fig. 193 A, B: *v*). Zwei der übrigen oberen Octanten bilden die Anlage eines Keimblattes (Fig. 193 B, C: *b*), der vierte obere Octant diejenige eines zweiten Keimblattes; doch treten beide Keimblätter nicht selbständig hervor, sondern verwachsen mit dem bald nach ihnen erscheinenden ersten Blatte des jungen Stämmchens zum später dreizipfeligen Ringwalle (Fig. 193 D, *b*; 194 A, B). Die untere Hälfte des Embryo entwickelt die Wurzel (Fig. 193 A—D: *w*) und den schwächer ausgebildeten Fuss (Fig. 193 A—C: *f*) wie bei den Farnen. Der erste kleine, aufwärts wachsende Spross des Embryo besitzt nur 10—15 Internodien mit dreizähnigen Scheidenblättern. Ein an seinem Grunde entspringender stärkerer Zweig erzeugt bereits vierzähnige Blätter und jede folgende Sprossgeneration besitzt dickere Axen und zahlreichere Scheidenzähne. Dabei dringt bald einer der ersten Sprosse, zuweilen schon der dritte, in den Boden ein und bildet den Anfang des ausdauernden Rhizomes. Die ganze Entwickelung der jungen Equiseten ist eine sehr rasche.

593. Die Familie enthält nur eine Gattung mit 25 Arten, von denen viele eine sehr weite geographische Verbreitung zeigen und Asien 14, Europa 12 (Deutschland 12), Amerika 21 besitzt. Neuholland hat keine Equiseten. — Die Classification erfolgt nach der Lage der eigenthümlich gebauten Spaltöffnungen (§ 137, Fig. 192 E) in der kieselerdereichen Epidermis (§ 88), nach dem Auftreten besonders gebauter fructificirender Triebe etc. wie folgt:

I. **Equiseta phaneropora** Milde (Equisetum L.). Spaltöffnungen im Niveau der Epidermiszellen liegend. Stengel nicht überwinternd, glatt oder weniger rauh. Aehre meist stumpf.

A. Equiseta heterophyadica Al. Br. Fertile Sprosse wenigstens im Anfange von den sterilen sehr verschieden, bleich oder röthlich, astlos, die erst später über die Erde treibenden sterilen grün und verzweigt, ihre Aeste ohne Centralhöhle.

1. Equiseta anomopora Milde (E. ametabola Al. Br.). Fertile Stengel vor den sterilen erscheinend, nach der Fruchtreife absterbend, ohne Aeste zu entwickeln. Sterile Stengel entweder nur auf den Aesten mit Spaltöffnungen oder diese auch in den Stengelrillen unregelmässig angeordnet. Aehrenaxe voll oder hohl. — E. arvense, Telmateja.

2. Equiseta stichopora (metabola M.). Im normalen Entwickelungsgange brechen die fruchtbaren Stengel astlos, bleich und ohne Spaltöffnungen hervor, entwickeln aber nach Ausstreuung der Sporen im oberen Theile Aeste, sowie Chlorophyll und Spaltöffnungen; letztere stehen meist in je einer Linie in den Rillen. Sterile Stengel gleichzeitig oder wenig später. Aehrenspindel voll. — E. pratense, silvaticum.

B. Equiseta homophyadica. Sterile und fertile Stengel gleich gebildet und gleichzeitig erscheinend. Spaltöffnungen in unregelmässigen, mehrfachen Linien in den Rillen. Aeste unserer Arten mit Centralhöhle. Aehrenspindel hohl. — E. palustre, limosum, litorale.

II. **Equiseta cryptopora** (Hippochaete) Milde. Spaltöffnungen im Grunde einer Grube oder Spalte der Oberhaut unter dem Niveau der benachbarten Epidermiszellen. Stengel sehr hart und rauh, oft überwinternd, die fruchtbaren den unfruchtbaren gleich. Aehre stachelspitzig.

A. Equiseta ambigua Milde. Spaltöffnungen in 1 oder mehreren Linien stehend. Riefen der Stengel und Aeste convex. — E. ramosissimum.

B. Equiseta monosticha. Spaltöffnungen stets nur von 1 Linie gebildet. Riefen der Stengel und Aeste spitz zweikantig. — E. hiemale, variegatum.

Unter den tropischen Formen erreicht E. giganteum die bedeutende Höhe von 3—10 m. Manche Arten (E. hiemale etc.) werden ihrer Härte wegen zum Poliren des Zinns benutzt (Scheuerkraut). — Fossil finden sich echte Equiseten in riesigen Dimensionen von der Trias (Buntsandstein) an. Andere Gattungen treten jedoch schon im Devon, reicher erst in der Steinkohlenperiode auf. Von letzteren ist namentlich Equisetites (E. lingulatus) zu erwähnen, zu welchem die bisher als Annularia beschriebenen Sporangienstände gehören, die sich von denen der echten Equiseten wesentlich nur durch die Einschaltung steriler Wirtel völlig getrennter Blätter zwischen die ebenfalls aus völlig getrennten Blättern bestehenden fruchtbaren Quirle unterscheiden.

Den Equisetaceen ausserordentlich nahe verwandt ist die nur fossil vorkommende Familie der **Calamarieen** (Calamites), die, bereits im Devon auftretend, während der Steinkohlenzeit ihre mächtigste Entwickelung erlangte. Ihre gerieften und gegliederten Stämme erreichten eine Höhe bis zu 12 m und darüber. Die dünnen Zweige mit den schmal lineal-lanzettlichen, nadelförmigen Blättern werden besonders als Calamocladus (Asterophyllites), die Sporangienstände als Calamostachys beschrieben.

VII. Classe. Lycopodinae. (S. 300.)

594. Die Verzweigung der Axe und Wurzel ist häufig eine dichotome, weshalb die Classe auch wohl den Namen der Dichotomen führt. Die Blätter sind meistens klein, fast stets einfach, sehr selten in zwei Lappen gespalten. Die Sporangien werden stets einzeln als Zellenhöcker auf der Basis der Blattoberseite oder in der Blattachsel auf dem Stamme angelegt. Sie stehen gewöhnlich am Ende der Sprosse und dann tragen diese meistens anders gestaltete und kleinere Blätter.

25. Ordnung. Lycopodiaceae. (S. 300.)

595. Die Mitglieder dieser Ordnung entwickeln nur eine Art von Sporen in Sporangien, die aus einer ganzen Zellengruppe hervorgehen und entweder einzeln auf der Basis oder in der Achsel der verhältnissmässig kleinen

und der Ligula entbehrenden Blätter entwickelt werden, oder welche zu 2—3 zu einem 2—3fächerigen und 2—3klappig aufspringenden kapselartigen Gebilde verschmelzen. Das Prothallium ist (soweit bekannt) gross, selbständig, unterirdisch, chlorophyllfrei und monöcisch. Nach den angedeuteten Eigenthümlichkeiten der Sporangien kann man 2 Familien unterscheiden.

596. (Fam. 1.) Lycopodieae. Sporangien einzeln frei auf der Oberseite des Blattgrundes oder in der Blattachsel stehend, einfächerig, durch einen über den Scheitel laufenden Querspalt muschelartig-2klappig sich öffnend. Die beiden hierher gehörenden Gattungen sind in der Tracht sehr verschieden und können als Typen zweier Unterfamilien betrachtet werden. Das nur wenig über 4 cm hohe, in Australien heimische Phylloglossum Drummondi, die einzige Art der Gattung, gleicht einer kleinen Orchidee etwa der Chamaeorchis alpina). Es besitzt an seiner Basis 2 kleine spindelförmige Knollen, die sich bezüglich der Sprossentwickelung wie Orchis verhalten (vgl. diese Gattung). Zwischen den 2—11 grundständigen, fast stielrunden Blättern erhebt sich ein kleiner Schaft mit sehr kurzer endständiger, an die Aehre des Lycopodium clavatum (Fig. 195) erinnernder Sporangienähre, in welcher nur die unteren Deckblätter Sporangien tragen, die oberen steril sind.

597. Die zweite artenreiche Gattung ist Lycopodium L. (Bärlapp). Bei ihr ist die der ganzen Länge nach beblätterte Axe ohne Knollen (Fig. 195) und die Sporangien sitzen auf der Basis oder in der Achsel nicht wesentlich umgestalteter Blätter der oberen Stengelregion, oder sie bilden gewöhnlich mit verbreiterten und auch sonst veränderten Blättern (Deckblättern) einen endständigen, ährenförmigen Fruchtstand (Fig. 195 A).

Die Stämme (Blätter und Wurzeln) besitzen keine Scheitelzelle. Sie wachsen theils aufrecht und entwickeln dann auch aufrechte Aeste (L. Selago), oder die schlanken Zweige epiphytischer tropischer Arten hängen abwärts. Bei anderen Arten kriechen oder klettern Hauptaxe und stärkere Seitensprosse oft bis meterweit und nur bestimmte sterile Triebe, namentlich aber die fruchtbaren Zweige, erheben sich vom Boden (L. complanatum, clavatum etc. — Fig. 195 A). Die Verzweigung ist bei manchen Formen eine echte Gabelung, die bei den flachen und 4zeilig beblätterten Sprossen der verschiedenblätterigen Lycopodien (L. complanatum) nur in einer Ebene, sonst in verschiedenen Ebenen stattfindet (L. Selago). Andere Arten (L. clavatum, annotinum) verzweigen sich monopodial und die Seitensprosse treten bereits oberhalb der jüngsten Blätter auf, ohne jedoch zu ihnen in gesetzlicher Beziehung zu stehen. Von solchen Trieben unterscheiden sich dann die Pseudo-Adventivknospen von L. inundatum nur dadurch, dass sie nach Anlage einiger Blatthöcker (oder selbst ohne solche) einige Zeit ruhen, bis sie sich bei günstiger Gelegenheit mittels einer Wurzel am Boden befestigen und zum Pflänzchen auswachsen. Die eigenthümlichen, mit einigen Blättern und einer Wurzelanlage versehenen, später sich ablösenden und zu jungen Pflänzchen heranwachsenden Bulbillen oder Brutknospen des L. Selago treten an Stelle eines Blattes und von einem solchen in der ersten Anlage nicht unterscheidbar auf. Bei L. clavatum endlich entwickeln sich im Herbste noch eigenthümliche Winterknospen als metamorphosirte

Enden gewisser begrenzter Sprosse, an welchen ein Theil der Blätter mit den Basaltheilen zu einer dicken Scheide verwächst, welche die oft schon den ganzen künftigen Jahrestrieb repräsentirende Knospe völlig einschliesst. — Die Axe besitzt einen kräftigen, stammeigenen Fibrovasalstrang mit mehreren plattenförmigen Holzkörpern. In der Rinde einiger Arten (z. B. L. inundatum) finden sich Schleimgänge.

598. Die Wurzeln der Lycopodien verzweigen sich gabelig in gekreuzten Ebenen. Bei den Arten mit kletternden oder kriechenden Hauptaxen durchbrechen sie einzeln sofort die Rinde (Fig. 195 A); bei Arten mit aufrechten Stengeln dagegen (L. Selago) wachsen die weiter aufwärts im Stamme angelegten Wurzeln senkrecht oft 5 cm weit in der Rinde abwärts und treten schliesslich am Stengelgrunde büschelig aus. Die Blätter zeigen sowohl in der Laub- als in der Sporangienregion einen mannigfachen Wechsel von theils wirteliger, theils spiraliger Anordnung. Sie sind im Verhältniss zur Grösse der Pflanze klein, einfach, linealisch, lanzettlich, nadel- oder schuppenförmig u. s. w., mit breiter Basis sitzend und nur von einem Mittelnerven durchzogen, der schon in einiger Entfernung von der Blattspitze endigt. Die Blätter der Laubsprosse besitzen entweder gleiche Form und Grösse (L. clavatum, inundatum, Selago), oder sie sind bei vierzeiliger Stellung in zweigliederigen decussirten Wirteln ungleich gross und verschieden gestaltet (L. complanatum, alpinum).

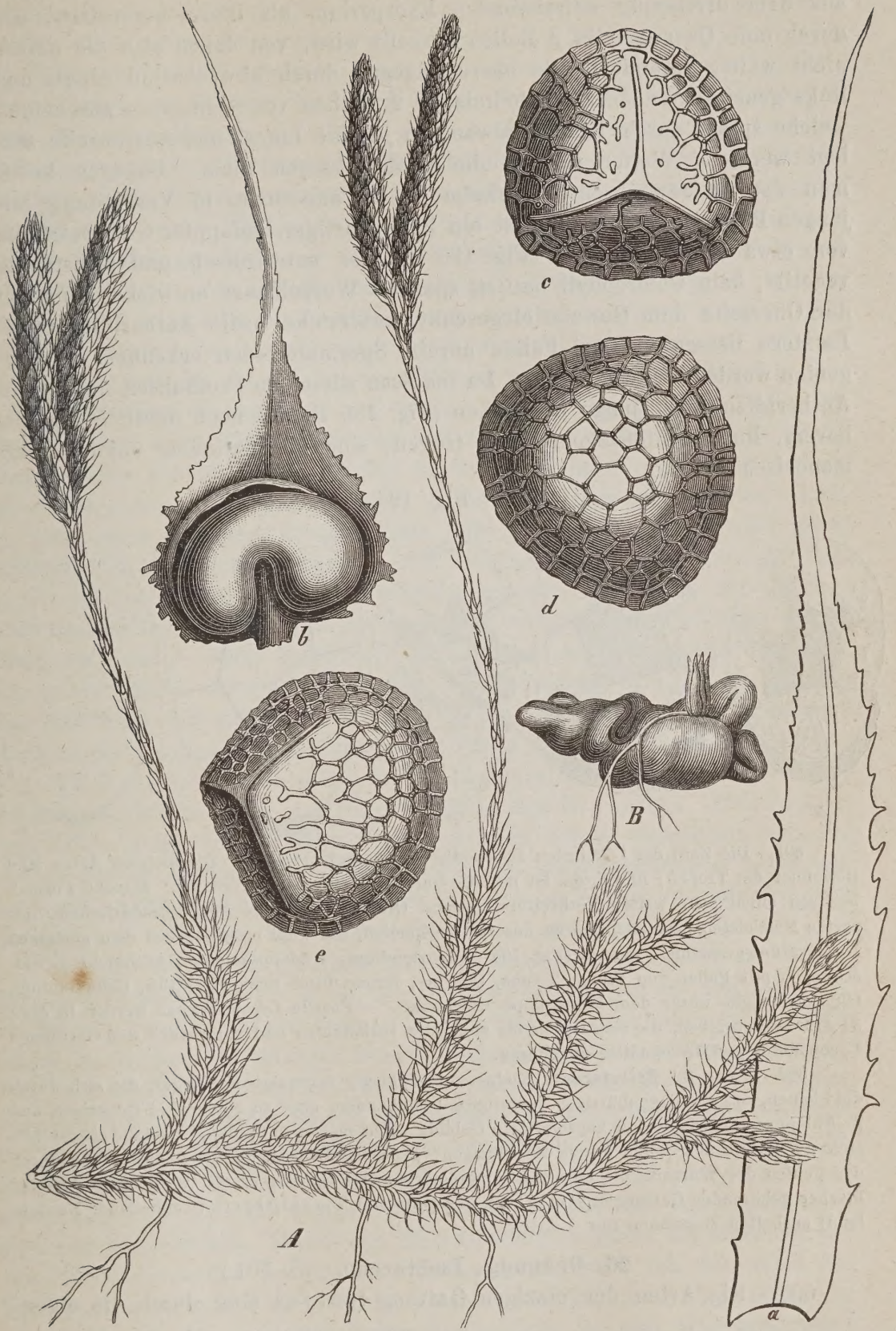
599. Die Sporangien von Lycopodium sind bald der Basis, resp. in der Achsel gewöhnlicher Blätter inserirt (L. Selago), bald werden sie auf dem Grunde bracteenartiger, verbreiterter Hochblätter entwickelt, mit denen sie einen ährigen Fruchtstand bilden (L. clavatum, L. annotinum u. a. A.). Im reifen Zustande sind sie einfächerige, sehr kurz und breit gestielte, nierenförmige, quer zur Mediane des Fruchtblattes verbreiterte Kapseln, welche sich durch einen in letzterer Richtung über den Scheitel laufenden Spalt mit zwei Klappen muschelartig (Fig. 195 *b*) und nur bei L. inundatum durch einen auf der Vorderfläche über der Basis liegenden Querspalt öffnen. Die Lage des Spaltes ist schon am nicht ganz reifen Sporangium durch zwei Reihen kleinerer, zarterer Zellen vorgeschrieben. Jedes Sporangium entspringt aus einer Gruppe von Oberflächenzellen der Blattbasis und erscheint zunächst als flacher, die ganze Breite des Blattgrundes einnehmender Höcker, der bei einzelnen Arten (L. Selago) durch spätere Verschiebung in die Blattachsel gerathen kann. Ein medianer Längsschnitt durch die junge Anlage zeigt auch hier eine hypodermale Archesporiumzelle; bei der Breite des Sporangienhöckers ist es jedoch nicht unmöglich, dass das Archespor von einer queren Zellreihe gebildet wird. Die zuerst einschichtige Sporangienwand spaltet sich später durch Tangentialwände und die innere der so gebildeten beiden Zellschichten scheidet dann durch gleiche Tangentialtheilungen die Tapetenzellen ab, deren Schicht im Sporangiengrunde durch die hier an die Sporenmutterzellen grenzenden Zellen ergänzt wird.

600. Die Keimung der radiären Sporen ist nur von L. inundatum und

---

Fig. 195. A und *a*—*e* Lycopodium clavatum L. A Ast in nat. Gr. *a* Blatt vergr. *b* Fruchtblatt mit geöffnetem Sporangium, vergr. *c*—*e* Sporen in 900facher

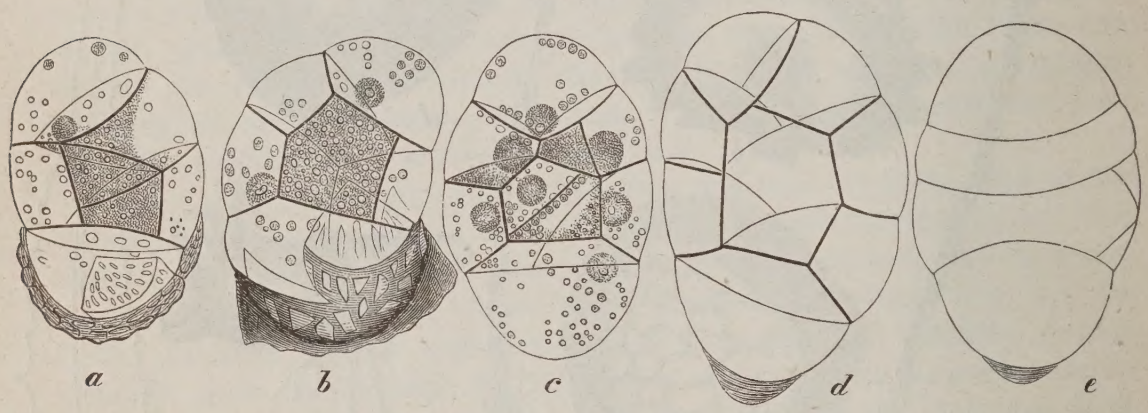
Fig. 195.



Vergr.: *c* Scheitelansicht, *d* Ansicht der Grundfläche, *e* halb von der Seite gesehen, in allen drei Fig. der Rand im optischen Durchschnitte. — B Prothallium mit jungem Pflänzchen von Lycopodium annotinum L., nach Fankhauser, schwach vergrössert.

hier nur unvollständig bekannt. Sie erfolgt unterirdisch, indem das Endospor aus dem dreilappig aufreissenden Exosporium als Blase hervortritt, die durch eine Querwand in 2 Zellen getheilt wird, von denen sich die untere nicht weiter verändert, die obere dagegen durch abwechselnd rechts und links geneigte Wände als Scheitelzelle 2 Reihen von Segmenten abscheidet, welche später durch Tangentialwand in je eine Innen- und Aussenzelle zerlegt werden. Weiter reichen die Beobachtungen nicht. Dagegen kennt man den ausgewachsenen Vorkeim des L. annotinum in Verbindung mit jungen Pflänzchen. Derselbe ist ein knollenartiger, gelappter Gewebekörper von etwa Haselnussgrösse (Fig. 195 B), der unterirdisch und selbständig vegetirt, kein Chlorophyll besitzt, spärlich Wurzelhaare entwickelt und auf der Oberseite dem Gewebe eingesenkte zahlreiche, ovale Antheridien trägt. Letztere liessen in zwei Fällen unreife Spermatozoiden erkennen. Archegonien wurden nicht gefunden. Da indessen dieselben Prothallien neben den Antheridien auch junge Pflänzchen (Fig. 195 B) mit noch deutlich erkennbarem, knöllchenförmigem Fusse trugen, sind die Vorkeime unzweifelhaft monöcisch.

Fig. 196.



601. Die Zahl der bekannten Lycopodiaceen beträgt etwa 100. Die meisten Arten sind Bewohner der Tropen; in Europa ist nur die Gattung Lycopodium vertreten. Manche Formen besitzen einen sehr weiten Verbreitungsbezirk. Officinell sind die kugeltetraëdrischen, mit zarten Netzleisten besetzten Sporen unserer Lycopodien, die wohl meistens von dem gemeinen L. clavatum gesammelt werden (Fig. 195 — Lycopodium, Bärlappsamen, Hexenmehl — Fälschungen mit Pollen von Pinus, Typha, Corylus, ferner durch Schwefelblüthe, Colophonium, Gips etc. leicht unter dem Mikroskope erkennbar). — Fossile Lycopodiaceen werden in etwa 20 Arten beschrieben, die vom Devon bis zum Jura vorkommen und namentlich den Gattungen Lycopodium und Lycopodites angehören.

602. (Fam. 2.) **Psilotaceae.** Kleine, meist gabelig verzweigte Sträucher, die sich durch die kleinen, aus 2—3 axenbürtigen Sporangien bestehenden, aber zu einem 2—3fächerigen und 2—3klappig aufspringenden kapselartigen Gebilde verschmolzenen Sporangienstände charakterisiren, Psilotum ausserdem durch die winzigen, gefässbündellosen Schuppenblätter und durch das Fehlen der Wurzeln, die hier durch metamorphosirte Sprosse ersetzt werden. Die beiden hierher gehörenden Gattungen Psilotum (Tropen) und Tmesipteris (Neuholland, Neuseeland) enthalten zusammen nur 4 Arten.

26. Ordnung. Isoëtaceae. (S. 301.)

603. Die Arten der einzigen Gattung Isoëtes sind durch die eigen-

Fig. 196. Lycopodium inundatum L. Junge Prothallien, zum Theil noch mit anhängendem Exosporium. *e* ist der Vorkeim *d* um 90° um seine Längsaxe gedreht. Nach De Bary. Vergr. 375.

thümliche, binsenartige Tracht ausgezeichnet (Fig. 197 A). Der äusserst langsam in die Länge wachsende, kurze, knollenartige Stamm ist unverzweigt. Sein kleiner Vegetationskegel, welcher die Mitte eines flachen, von den jüngsten Blättern besetzten Trichters einnimmt, entbehrt (wie alle anderen Organe der Pflanze) der Scheitelzelle. Das lange dauernde, beträchtliche Dickenwachsthum der Axe, welches die Isoëten vor den übrigen Gefässkryptogamen auszeichnet (§ 544), wird durch eine den centralen Fibrovasalkörper umgebende Meristemschicht vermittelt, deren plasmareiche Zellen fort und fort neues Rindengewebe abscheiden. Da dieses vorwiegend auf 2 oder 3 Seiten geschieht, so zeigt der Stamm in Folge dessen 2 oder 3 stark vortretende, von aussen her allmählich absterbende Lappen, welche durch tiefe, unterseits zusammenlaufende Furchen getrennt werden, aus denen die zahlreichen gabelig verzweigten Wurzeln hervorbrechen. Die bei einzelnen Arten bis 60 cm langen Blätter sind einfach, pfriemlich, im Querschnitte fast stielrund und am Grunde in eine Scheide verbreitert. Sie enthalten nur einen Fibrovasalstrang und zahlreiche, enge oder weite Luftcanäle. Ihre Scheide zeigt auf der flachen oder leicht concaven Vorderseite eine grosse, tiefe Grube (fovea), deren Rand sich bei manchen Arten in Form eines häutigen, in der Mitte offen bleibenden, selten sich ganz schliessenden Auswuchses erweitert, der als sogenanntes Segel (velum) das in der Grube einzeln sitzende Sporangium bedeckt (Fig. 197 B—D). Mitten über der Grube liegt ein kleineres Grübchen (foveola), von der Grube durch einen als Sattel (sella) bezeichneten Gewebewulst getrennt, auf dem sich als unterer Rand des Grübchens die Lippe (labium) erhebt. Im Grunde des Grübchens sitzt auf einem angeschwollenen Fusse (Zungenfuss, glossopodium) ein häutiger, weit vorragender Blattauswuchs, die Zunge (ligula, Fig. 197 B u. C, *l*). Der diese für die Systematik wichtigen Gebilde umgebende weissliche Theil der Scheide heisst der Hof (area). Zwischen je zwei Jahrescyclen der normalen, fructificirenden Blätter entwickelt sich ein Cyclus steriler Blätter, dessen Glieder bei den landbewohnenden Arten auf fast spreitenlose Niederblätter reducirt, bei den im Wasser lebenden Isoëten dagegen nur wenig von den fruchtbaren verschieden sind.

604. Die Sporangien sitzen mit verschmälertem Grunde in der Grube der Blattscheiden (Fig. 197 B—D, *sp*), die Macrosporangien auf den äusseren, die Microsporangien auf den inneren fertilen Blättern eines Jahrescyclus. Beiderlei Sporangien sind einander äusserlich ziemlich gleich: eiförmige, weisse, ihre mehrschichtige Wand erst durch Verwesung öffnende Kapseln, welche im Inneren durch von der Bauch- zur Rückenseite verlaufende Gewebestränge (trabeculae) unvollständig gefächert werden (Fig. 197 C, D). Die zahlreichen Microsporen sind schief-oval und mit vorgezogenen, stumpfen Enden versehen (Fig. 197 F); die weniger zahlreichen Sporen der Macrosporangien sind kugeltetraëdrisch. Micro- und Macrosporangien gehen aus einer Gruppe von Oberflächenzellen hervor; ihr Archesporium wird von der unter der Epidermis gelegenen Zellschicht gebildet und bis zur Anlage desselben verhalten sich die beiderlei Sporangien gleich. In den Microsporangien strecken sich dann aber die Archesporzellen radial und theilen sich durch Querwände. Weiterhin verlieren einzelne Zellreihen den reichen Plasmage-

Fig. 197.

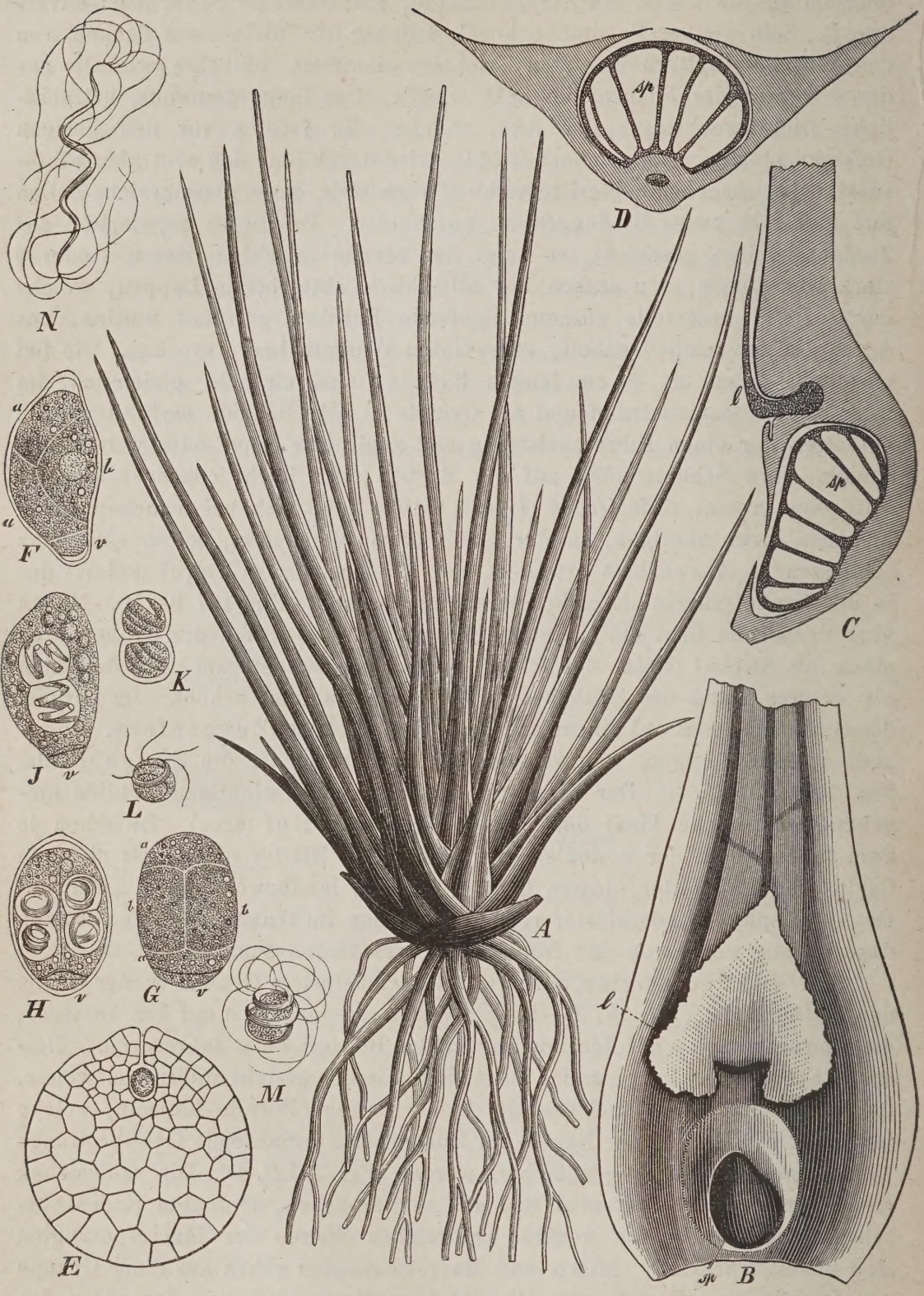


Fig. 197. Isoëtes lacustris Durieu. A Pflanze in nat. Gr. B Basis des fructificirenden Blattes von der Innenfläche gesehen, vergr. C Medianer Längsschnitt der fructificirenden Blattbasis, vergr. D Querschnitt der Basis eines fructificirenden Blattes, vergr. E Weibliches Prothallium im Längsschnitte, vier Wochen nach der Aussaat; Vergr. 40. F, G Mikrospore in Antheridienbildung (F von der Seite, G von der Bauchseite gesehen und ohne Exospor gezeichnet; *a* die Rücken-, *b* die Bauch-

halt, bleiben im Wachsthum zurück und differenziren sich zu den sterilen Gewebeplatten, während die sporogenen, plasmareichen Zellen sich zu den umfangreichen, von Tapetenzellen umhüllten Complexen der Sporenmutterzellen weiter theilen. In den Macrosporangien dagegen bilden sich zwar die Trabeculae in ähnlicher Weise, aber die dann vereinzelt liegenden fruchtbaren Archesporzellen geben durch Quertheilung nur noch einige steril bleibende Zellen gegen die Sporangienwand hin ab und entwickeln sich nun zu je nur einer durch Grösse und Plasmareichthum ausgezeichneten, vier Macrosporen erzeugenden Sporenmutterzelle.

605. Bei der Keimung der Microsporen wird das eine Ende derselben durch eine Zellwand als rudimentäres männliches Prothallium abgeschnitten (Fig. 197 F—H: *v*). Die grosse Zelle stellt das Antheridium dar, dessen Plasma in 4 hautlose Zellen zerfällt, von denen jedoch nur die beiden bauchständigen je 2 schraubig gewundene, an beiden Enden pinselartig gewimperte Spermatozoiden erzeugen (Fig. 197 K—N), die beiden rückenständigen Zellen steril bleiben und resorbirt werden. Das weibliche Prothallium entsteht wenige Wochen nach dem Freiwerden der Macrosporen durch Bildung zahlreicher nackter Zellen aus dem Sporenplasma, die sich erst mit Membran umgeben und zum Vorkeime verschmelzen, wenn die ganze Spore mit ihnen angefüllt ist. Das anschwellende kugelige Prothallium sprengt dann den Sporenscheitel, tritt aber nur wenig mit seinem eigenen Scheiteltheile hervor, auf welchem sich ein Archegonium entwickelt, weitere Archegonien nur dann erscheinen, wenn das erste nicht befruchtet wurde (Fig. 197 E: befruchtungsfähiges Prothallium im Längsschnitte, 4 Wochen nach der Aussaat). Der Embryo wird wie bei den Farnen (§ 558) zunächst in Octanten zerlegt, die indessen ein epi- und hypobasales Glied nicht abscheiden. Auch die Orientirung der ersten Organe ist dieselbe (vgl. Fig. 164 H u. J, welche die natürliche Lage für Isoëtes repräsentiren, da hier in Folge der Lage des Vorkeimes das Archegonium aufrecht steht); doch geht nach neueren Angaben die Wurzel von Isoëtes aus 2 Octanten hervor, während die Art der Anlage des kleinen Stammscheitels zur Zeit nicht genügend aufgeklärt ist.

606. Die Zahl der bekannten Arten der über die ganze Erde verbreiteten Gattung ist gering. Sehr reich an Arten ist die Mittelmeerflora; Deutschland besitzt nur 2 Arten. Weil der Habitus der Formen wenig Wechsel bietet, so sind die Form- und Grössenverhältnisse der im § 603 genannten Organe des Blattes etc. für die Unterscheidung benutzt worden. Da diese Merkmale zum grossen Theile mit der verschiedenen Lebensweise der Artengruppen zusammenfallen, so pflegt man die Gattung in die drei Abtheilungen der Aquaticae, Amphibiae und Terrestres zu gliedern. — Aus dem Miocen werden zwei Formen der Gattung beschrieben.

27. Ordnung. Selaginellaceae. (S. 301.)

607. Die Arten der einzigen Gattung Selaginella schliessen sich in der Tracht den Lycopodien an, mit denen sie früher in einer Gattung vereinigt waren. Ihr rasch wachsender dünner, kriechender, aufrechter oder kletternder, wiederholt in einer Ebene gabelig (§ 176, Fig. 53) oder mono-

---

zellen des Antheridiums, *v* rudimentäres männliches Prothallium). H, J Mikrosporen in Spermatozoidenbildung begriffen (H von der Bauchseite, J von der Seite und ohne Exospor gezeichnet) K—M Allmähliche Ausbildung eines Spermatozoides. N Reifes Spermatozoid. — *sp* Sporangium, *l* Ligula. — E Nach Hofmeister, F—N nach Millardet (in Sachs' Lehrb. d. Botan.). Vergr. F—L 580, M und N 700.

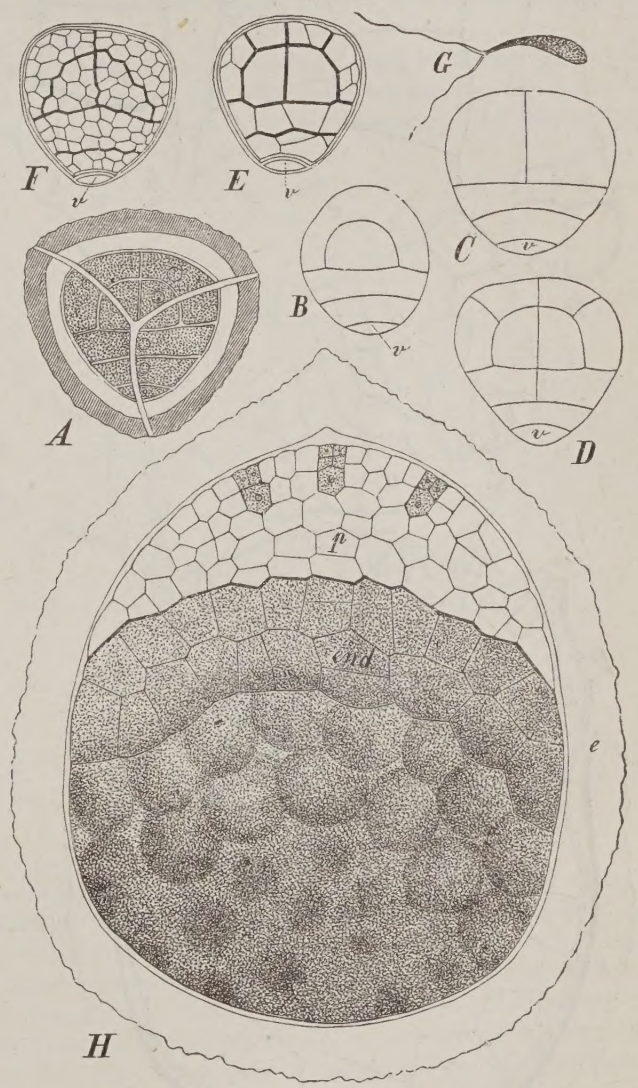
podial verzweigter Stamm wird von einem oder mehreren Fibrovasalsträngen durchzogen, welche von einem weiten Intercellularraume umgeben werden, mit dem übrigen Gewebe indessen durch radial verlaufende Zellenfäden in Verbindung bleiben. Der schlanke Vegetationskegel wächst mit oder ohne Scheitelzelle (§ 177). Die kleinen Blätter sind stets einfach, herzeiförmig bis lanzettlich, sitzend, nur von einem Mittelnerven durchzogen und auf dem Grunde mit einer häutigen, gewöhnlich frühzeitig verloren gehenden Ligula versehen. Sie sind bei den meisten Arten in zweigliederige, schief sich kreuzende Wirtel gestellt, die je aus einem grösseren und kleineren Blatte so zusammengesetzt werden, dass letztere auf der Ober- oder Lichtseite 2 Reihen kleiner Oberblätter, erstere auf der Unter- oder Schattenseite 2 Reihen grosser, an den Flanken des Stengels vortretender Unterblätter bilden, der Spross dadurch bilateral wird. Von den beiden deutschen Arten bietet S. helvetica ein Beispiel für diese Blattstellung, während S. spinulosa zu denjenigen Arten gehört, bei welchen sämmtliche Blätter gleich gestaltet sind und wie bei den entsprechenden Lycopodien (§ 598) complicirt spiralige oder wirtelige Stellung zeigen. Bei gewissen Selaginellen (S. Martensii, inaequalifolia etc.) entstehen die Wurzeln an eigenthümlichen blattlosen, wiederholt gabelnden, wurzelähnlichen Sprossen, den Wurzelträgern, welche nahe am Vegetationskegel exogen angelegt werden, im Bogen abwärts und anfänglich mit Scheitelzelle wachsen, dann aber diese verlieren und nur durch intercalares Wachsthum sich verlängern. In ihrem anschwellenden Ende bildet sich die junge Wurzel, welche die verschleimenden Zellen des Wurzelträgerendes erst durchbricht, wenn dieses in den Boden gelangt ist. Unter Umständen können sich die Wurzelträger in belaubte Sprosse umwandeln.

608. Die Sporangien entstehen an den Enden der Sprosse, die gewöhnlich eine deutlich abgesetzte Aehre mit anders gestalteten und in der Regel auch gleich grossen und rechtwinkelig kreuzenden Blättern bilden, von denen eines oder wenige untere die Macrosporangien, die übrigen die viel zahlreicheren Microsporangien tragen. Das einzelne, kurz und dick gestielte Sporangium tritt in der Blattachsel als ein kleiner, aus einer Gruppe von Oberflächenzellen gebildeter Zellhöcker aus dem Stengelumfange hervor, unmittelbar über seinem Tragblatte und kurze Zeit nach Anlage des letzteren. Es ist dem jungen Lycopodium-Sporangium zunächst ganz gleich (§ 599), unterscheidet sich später aber dadurch, dass in Folge ungleichen Verhaltens der Sporenmutterzellen die Differenzirung in Micro- und Macrosporangien eintritt. Sämmtliche der sich abrundenden und isolirenden Sporenmutterzellen der Microsporangien liefern je 4 radiäre Microsporen; in den Macrosporangien dagegen wächst eine Sporenmutterzelle mächtig heran und bildet 4 radiäre, die Sporangienwand buckelig auftreibende Macrosporen aus, während alle übrigen Zellen ungetheilt bleiben und schliesslich (bisweilen erst sehr spät) resorbirt werden. Die Tapetenzellen bleiben oft bis zur Sporenreife erhalten.

609. Die Entwickelung des Prothalliums beginnt bei den Selaginellen bereits in den noch nicht ganz ausgereiften, noch im Sporangium eingeschlossenen Sporen. Das männliche Prothallium ist auch hier eine kleine

sterile Zelle (Fig. 198 A—F, *v*). Die grosse Zelle der Microsporen, das Antheridium, zerfällt bereits im Sporangium in meist 6 hautlose Zellen, welche sich nach der Aussaat weiter theilen und je ein Spermatozoid liefern, das an seinem Vorderende nur 2 Wimpern besitzt (Fig. 198 G). Der weibliche Vorkeim entsteht wahrscheinlich wie bei den Hydropterideen (§ 578). Er füllt nur den Scheitel der Macrospore als ein sattelförmiges Gewebe aus (Fig. 198 H, *p*) und auf seinem Scheitel bilden sich die Archegonien schon vor dem Aufspringen des Exospors und wie bei den Farnen; doch tritt ihr kurzer, aus zwei Zellenlagen gebildeter Hals nur wenig über die Vorkeimfläche vor. In dem unter dem Prothallium gelegenen plasmareichen Sporenraume treten nur wenige Wochen nach der Aussaat zahlreiche freie Zellen auf (Fig. 198 H, *end*), welche diesen Raum allmählich meist ganz ausfüllen und zu einem grosszelligen Parenchym zusammenschliessen (Fig. 199 A, *end*), das dem Endosperm im Embryosacke der angiospermen Phanerogamen entspricht (vergleiche diese) und daher auch hier als solches bezeichnet werden kann.

Fig. 198.



610. Das befruchtete Ei theilt sich durch eine zur Archegonaxe senkrechte (bei der Lage des Prothalliums also horizontale) Wand in eine obere und untere Zelle. Erstere streckt sich zu einem ziemlich langen Schlauche, der nur in seiner unteren Region noch einige unregelmässige Theilungen erfährt (Fig. 199 B, *e*). Dieses als Embryoträger bezeichnete, den Pha-

Fig. 198. Selaginella caulescens Spr. und S. Martensii Spring. A—F Microsporen in verschiedenen Stadien der Antheridienbildung (Vergr. 650); B = A um 90° aus der Papierfläche gedreht, B—F ohne Exospor gezeichnet. G Spermatozoid (Vergr. 1400). H Längsschnitt einer Macrospore, 6 Wochen nach der Aussaat, aber vor dem Aufspringen (Vergr. 165). — *v* Rudimentäres männliches Prothallium. *p* Weibliches Prothallium mit 3 Archegonien. *end* Endosperm. *e* Exosporium. — Nach Pfeffer.

nerogamen fast allgemein zukommende Organ tritt hier zum ersten Male auf. Der Embryo selbst geht nur aus der unteren Zelle der ersten Eitheilung hervor. Derselbe theilt sich zunächst durch eine Längswand und darauf wird aus der einen Hälfte durch eine schräge Wand die Scheitelzelle der embryonalen Axe ausgeschnitten (Fig. 199 B, *v*). In den beiden neben letzterer gelegenen Segmenten werden weiter die randständigen Scheitelzellen der ersten beiden Blätter (Keimblätter) ausgegliedert, zuerst im älteren, dann im jüngeren Segmente (Fig. 199 C und D, *b'* und *b''*). Während die so angelegten Hauptorgane des Embryo durch Segmentirung ihrer Scheitelzellen weiter wachsen (Fig. 199 D) und das von ihnen erzeugte Gewebe sich in einen centralen (in Fig. 199 D bereits angedeuteten, in Fig. 200 weiter entwickelten) Procambiumstrang in Periblem und Dermatogen differenzirt, wuchert seitlich unter dem älteren Keimblatte der Fuss hervor (Fig. 199, 200: *f*), welcher das hypocotyle Glied der kleinen Keimaxe zuerst seitwärts, später schräg aufwärts drängt (Fig. 199 A, 200 *hg*). Zwischen Fuss und Embryoträger entsteht die Anlage der Keimwurzel (Fig. 199, 200: *w*) und auf der Basis der Innenseite der Keimblätter erscheint die Ligula derselben (Fig. 200 *l*). Ferner wird noch innerhalb der Spore die zweischneidige Scheitelzelle der embryonalen Achse in eine vierschneidige umgewandelt und die erste Gabelung des

Fig. 199.

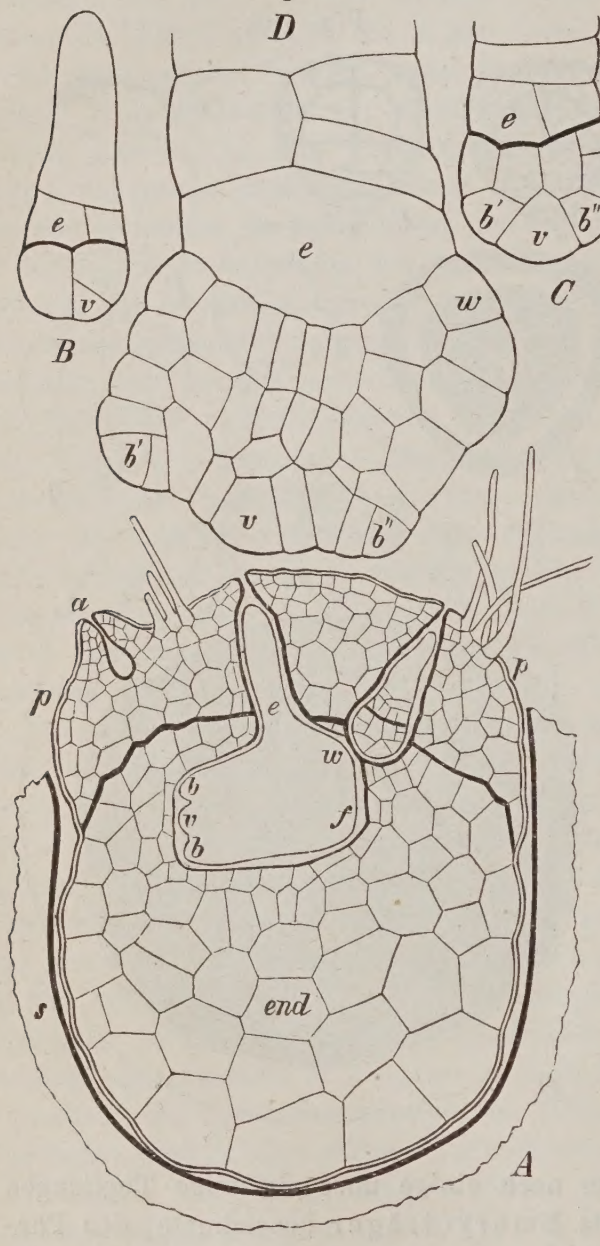


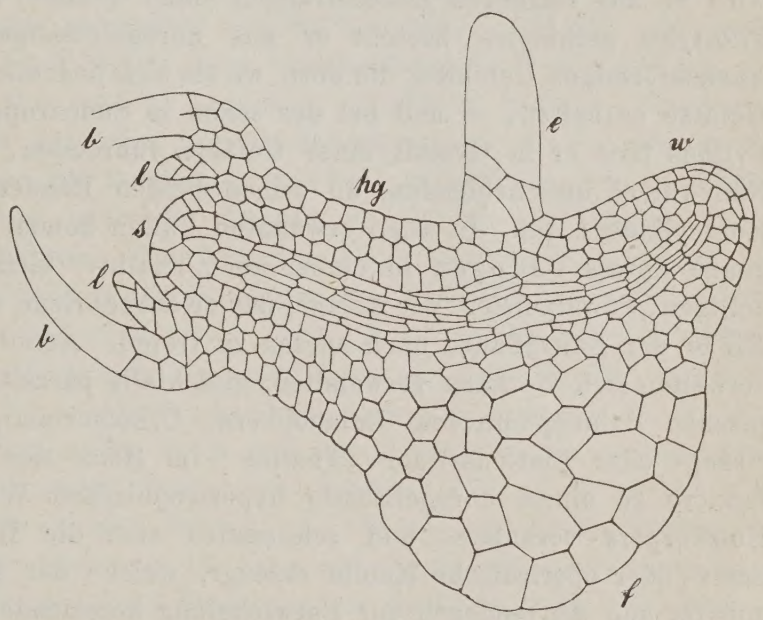
Fig. 199. Embryoentwickelung bei Selaginella, nach Pfeffer. A Längsschnitt aus einer Spore mit zwei Embryonen (Vergr. 165). B Embryo, der eben die Stammscheitelzelle angelegt hat (Vergr. 240). C Embryo, in dem neben dem Stammscheitel die Scheitelzellen der beiden Keimblätter differenzirt wurden (Vergr. ca. 300). D Weiter entwickelter Embryo (Vergr. 510). *a* Unbefruchtetes Archegonium; *p* Prothallium; *end* Endosperm, dem Prothallium gegenüber durch die stärkere Linie des Diaphragmas markirt; *s* Sporenhaut; *e* Embryoträger; *v* Scheitelzelle, *b'* und *b''* Keimblattanlagen, *w* der Ort der Wurzelanlage, *f* Fuss des Embryo.

Stengels eingeleitet. Während aller dieser Vorgänge wird der junge Embryo in Folge der Streckung des Embryoträgers durch das Prothallium und in das Endosperm hinabgeschoben (Fig. 199 A). In letzterem, welches dabei wenigstens theilweise resorbirt wird, entwickelt sich der Embryo weiter, auch in dieser Beziehung an die Phanerogamen erinnernd, bis in einem gewissen Stadium seiner Ausbildung Wurzel und Stämmchen nach entgegengesetzten Seiten durchbrechen und zur Spore hinaustreten.

Von den 300 schwierig zu unterscheidenden Arten der Gattung sind die meisten Tropenbewohner, die namentlich in Amerika eine grosse Verbreitung zeigen. Deutschland besitzt nur 2 Arten (S. helvetica und spinulosa — § 607).

611. In die Gruppe der Lycopodinen gehört auch die nur fossil bekannte Familie der **Lepidodendreen** oder Schuppenbäume, von welcher man unter Hinzurechnung der isolirt bekannten und unter besonderen Namen beschriebenen Blätter (Lepidophyllum) und Sporangienstände (Lepidostrobus) circa 150 Arten aufzählt. Die sehr charakteristischen baumartigen Stämme, deren Wurzelstöcke früher als eigene Pflanzen (Arten der Gattung Stigmaria) galten, erreichten bei einigen Arten bei einem Umfange von 12 Fuss eine Höhe von bis 100 Fuss. Ihre Rinde ist dicht mit spiralig stehenden, elliptischen Blattnarben bedeckt, die dem Stamme ein schuppiges Aussehen geben. An gut erhaltenen Stämmen der englischen Kohle wurde ein durch ein Meristem wie bei den Isoëten erfolgendes Dickenwachsthum nachgewiesen. Die meist linealischen und zugespitzten Blätter hatten sehr verschiedene Länge. Die Sporangienstände sind tannenzapfenartig, cylindrisch bis kegel- oder eiförmig, verhältnissmässig sehr gross, dicht mit grossen Tragblättern besetzt, welche auf ihrer Basis lang gestreckte, sackförmige Sporangien mit Macro- oder Microsporen tragen und vor diesen fast im rechten Winkel nach aufwärts gebogen sind. Die ersten, jedoch noch zweifelhaften Formen dieser Familie treten im Devon auf. Ihre höchste Entwickelung erreichen sie in der Steinkohlenperiode, in welcher die Gattung Lepidodendron allein mit 65 Arten vertreten ist. Neben den Calamiten (§ 593) und den folgenden Sigillarien sind die Lepidodendren die Haupterzeuger der Kohlenlager.

Fig. 200.



Gesellschafter der Calamiten und Schuppenbäume während der Carbonzeit waren die Siegelbäume, die den Lepidodendren vielleicht verwandte Familie der **Sigillarieen** bildend. Auch von ihnen unterschied man die oft in Massen allein vorkommenden Wurzelstöcke als Stigmarien. Ihre einfachen oder spärlich verzweigten Stämme erreichten bis 25 m Höhe und trugen lange, schmal-linealische, schilfartige Blätter in einem dichten Schopfe. Die Narben der abgefallenen Blätter blieben als eigenthümliche, siegelartige Eindrücke auf der Rinde zurück. Die Sporangien der zapfenförmigen Fruchttheile enthielten wahrscheinlich Macro- und Microsporen.

Fig. 200. Selaginella. Ein noch nicht aus der Spore hervorgebrochener Embryo im medianen Längsschnitte, nach Pfeffer (Vergr. 165). *s* Stammscheitel, *b* Cotyledonen, *l* Ligula, *hg* hypocotyles Glied, *w* Wurzel, *f* Fuss, *e* Embryoträger.

II. Abtheilung. Spermaphyta. Samenpflanzen. (Phanerogamae. Anthophyta.)

612. Die nach ihren wesentlichen Eigenschaften bereits (S. 168) kurz charakterisirten Samenpflanzen erfahren bezüglich der Ausbildung ihres vegetativen Körpers nur in seltenen Fällen eine derartige Degradation, dass sie gewisse Anklänge an die Thallophyten zeigen. Bei den fast ausschliesslich die Tropen bewohnenden parasitischen, der Gruppe der Dicotyledonen angehörenden Rafflesiaceen (Cytinaceen) kann man, von den Blüthen erzeugenden Theilen abgesehen, kaum noch von Sprossen und Wurzeln reden. Sie vegetiren im Gewebe der Wurzeln oder Zweige ihrer Nährpflanzen mittels eines „Thallus", der bei Pilostyles Hausknechtii völlig mycelartig entwickelt, aus verzweigten Zellenreihen gebildet ist. Bei Rafflesia und Brugmansia wird er aus stärkeren Zellensträngen (ohne Gefässe) zusammengesetzt; bei Pilostyles aethiopica besteht er aus unregelmässigen Zellenplatten und kuchenförmigen Gebilden, die dort, wo sie sich bedeutender entwickeln, auch Gefässe enthalten, — und bei der schon in Südeuropa heimischen Gattung Cytinus tritt er in Gestalt eines Gefässe führenden, den Holzkörper der Nährwurzel umscheidenden, an seinen beiden Rändern vielfach gelappten Hohlcylinders auf. In allen erwähnten Fällen kommt der die Blüthen tragende Spross endogen in einem am „Thallus" sich entwickelnden vielzelligen „Floralpolster" zur Anlage, das er durchbricht, um zur durchstossenen Rinde der Nährpflanze nach aussen zu treten. Aehnlich den Rafflesiaceen verhalten sich die nahe verwandten, gleichfalls parasitischen und meist tropischen Balanophoraceen (Balanophora, Cynomorium), deren grosszelliger, strang- oder plattenartiger „Thallus" im Holze der Nährwurzel vegetirt, letztere zu einem unregelmässig hypertrophischen Wachsthum (§ 418) des Holzkörpers veranlasst und schliesslich eine die Rinde durchbrechende unter- oder oberirdische Knolle erzeugt, welche der Nährwurzel äusserlich aufsitzt und den endogen zur Entwickelung kommenden Blüthenspross nach seinem Durchbruche mehr oder weniger hoch umscheidet.

613. Sehr einfache Verhältnisse in Bau und Entwickelung des vegetativen Körpers, wenn auch nicht in der eben erwähnten Weise, bieten uns unter den Monocotyledonen die bekannten Teichlinsen (Lemnaceen) unserer Gewässer. Unter diesen ist das thallusartige, bisweilen blattlose Stämmchen bei den winzigen Wolffia-Arten ein grosszelliger Parenchymkörper ohne Wurzeln und ohne Gefässbündel oder nur mit schwächster Andeutung eines Gefässbündelsystemes, das Gefässe höchstens im Staubfaden der äusserst einfachen Blüthe auftreten lässt. Lemna und Spirodela sind etwas höher organisirt, da sie Wurzeln entwickeln und die Fibrovasalstränge deutlicher und mit Gefässen meist in den verschiedensten Theilen des Pflänzchens ausbilden.

Derartigen degradirten Formen gegenüber zeigt die Mehrheit der Phanerogamen eine Gliederung in Wurzeln und beblätterte Sprosse und namentlich die letzteren von sehr verschiedenartig gebauten Fibrovasalsträngen in verschiedener Anordnung durchzogen, wie dies in §§ 149 u. 150 erörtert wurde. Der Vegetationskegel entbehrt in den meisten Fällen der Scheitel-

zelle (§ 177), die schon bei den Lycopodineen (mit Ausnahme gewisser Selaginellen; § 607) nicht mehr auftrat. Sein Gewebe wird von einem kleinzelligen, plasmareichen Urmeristem gebildet, dessen Differenzirung in §§ 178 u. folg. kurz dargestellt ist. Die normale Verzweigung ist mit selteneren Ausnahmen (gabelig verästeln sich gewisse Blüthenstände) eine monopodiale, bei den Stämmen gewöhnlich auch eine axiläre, und Zweig-, Wurzel- und Blattanlagen erscheinen als Höcker, die von Anfang an von mehreren bis zahlreichen Zellen gebildet werden (§§ 47 u. folg., 190).

614. Die Geschlechtsorgane der Samenpflanzen treten mit verhältnissmässig sehr wenigen Ausnahmen an metamorphosirten Blättern auf, welche zusammen mit dem sie tragenden, gewöhnlich sehr kurzen Axenstücke eine Blüthe bilden. Diese kann unter Umständen aus einem einzigen Geschlechtsorgane bestehen (weibliche Blüthen von Taxus, Fig. 205; Blüthen von Callitriche: Fig. 201). Gewöhnlich sind in der Blüthe aber mehrere, oft sogar zahlreiche Geschlechtsorgane vereinigt, von denen die männlichen in ihrer Gesammtheit als Androeceum, die weiblichen als Gynaeceum bezeichnet werden. Führt eine Blüthe beiderlei Geschlechtsorgane, so ist sie eine zwitterige (hermaphroditische); enthält sie nur männliche oder nur weibliche Organe, so ist sie eingeschlechtig (diclinisch). Im letzteren Falle können männliche und weibliche Blüthen auf einem Individuum auftreten und die Pflanze ist einhäusig (monöcisch); oder das eine Individuum entwickelt nur männliche, ein anderes nur weibliche Blüthen (zweihäusige oder diöcische Pflanzen). Häufig sind die unmittelbar unter den Geschlechtsorganen an derselben Axe stehenden Blätter durch Stellung, Gestalt, Färbung u. s. w. von den übrigen Blättern der Pflanze verschieden, hüllen die Geschlechtsorgane im Knospenzustande ein und zeigen auch später mancherlei Beziehung zur Bestäubung etc. Sie werden dann mit zur Blüthe gerechnet und als Blüthenhülle (Perianthium) bezeichnet. Fehlt die Blüthenhülle, so ist die Blüthe eine nackte (Arum, Piper, Callitriche; Fig. 201). Häufig ist die Axe unterhalb der Blüthe in einen schlankeren Blüthenstiel (Pedunculus) verlängert und dieser trägt nicht selten noch 1—2 kleine Blättchen, die Vorblätter (Bracteolen). Das Blatt, in dessen Achsel sich eine seitenständige Blüthe entwickelt (dessen Achselspross sie ist), heisst ihr Deck- oder Tragblatt (Bractee; § 31).

Fig. 201.

615. Die männlichen Organe der Blüthe werden im allgemeinen (und auch in den seltenen Fällen, in denen sie die metamorphosirten Sprossenden sind) als Staubblätter (Staubgefässe, Stamina) bezeichnet, ihre den Microsporangien der heterosporen Gefässkryptogamen entsprechenden Behälter als Pollensäcke. Letztere treten selten in grösserer Anzahl (Cycadeen; Fig. 202) oder zu 2 (Abietineen; Fig. 203), meist zu 4 an jedem Staub-

Fig. 201. Callitriche. *a* Männliche, *b* weibliche Blüthe sammt ihren Vorblättern; vergrössert.

blatte in der Weise auf, das 2 auf der rechten, 2 auf der linken Seite des Blattes einander parallel liegen, alle zusammen den sogenannten Staubbeutel (Anthere) bilden, die beiden Pollensäcke jeder Antherenhälfte (Theca) aber der Länge nach so mit einander verschmolzen sind, dass sie sich bei der Reife gemeinsam öffnen. Die Anthere wird in diesem Falle meist kurz als vierfächerig bezeichnet (Fig. 204). Der untere, die Anthere tragende Theil des Staubblattes ist der Staubfaden (Filament), seine zwischen den Antherenhälften verlaufende Fortsetzung das sogenannte Mittelband (Connectiv; Fig. 204 *f*). Die Pollensäcke sind die Erzeuger des Blütenstaubes (Pollen), welcher den Microsporen der heterosporen Pteridophyten homolog ist. Derselbe entwickelt sich in einem Complex von Pollen-

Fig. 202.

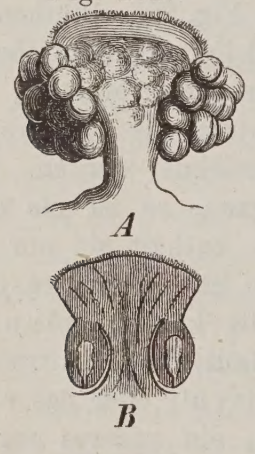
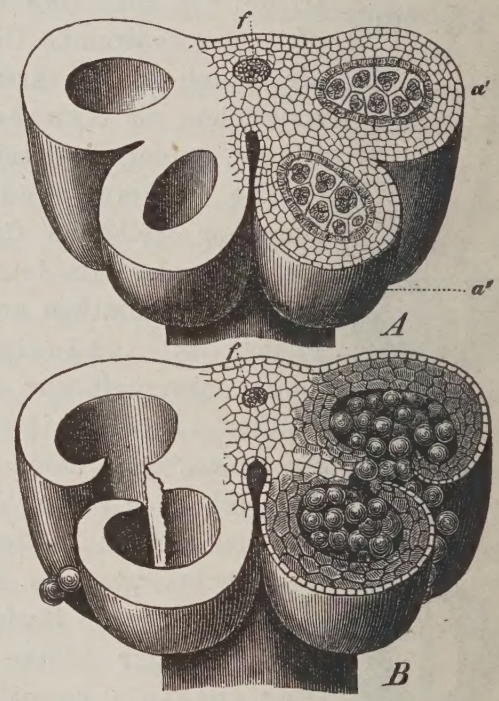


Fig. 203.

Fig. 204.



mutterzellen, welcher auch hier als Archesporium bezeichnet werden kann, das wie bei den Gefässkryptogamen von später resorbirten Tapetenzellen umgeben wird (Fig. 204 A). In den Pollenzellen werden mehr oder minder scharf auch noch eine oder mehrere kleine sterile Zellen abgegrenzt, die dem rudimentären männlichen Prothallium der höheren Gefässkryptogamen entsprechen (vgl. z. B. Fig. 209 mit 198 A—F, *v*). Die grosse, fertile Zelle

---

Fig. 202. Zamia muricata. A Staubblatt mit zahlreichen Pollensäcken. B Längsschnitt eines Fruchtblattes mit 2 Samenknospen. Vergr. 3. Nach Karsten.

Fig. 203. Pinus Abies L. Staubblatt, *a* von der Seite, *b* von vorne gesehen. Vergr. ca. 10.

Fig. 204. Unteres, quer abgeschnittenes Stück einer vierfächerigen Anthere, A geschlossen und mit eben getheilten Pollenmutterzellen, B geöffnet und mit ausfallendem reifen Pollen; vergrössert und schematisirt. *f* Gefässbündel des Connectives, *a'* hinteres, *a''* vorderes Antherenfach.

des Pollenkornes wird aber nicht zu einem Spermatozoiden erzeugenden Antheridium. Spermatozoiden würden bei der Lage der Eizelle der Phanerogamen überhaupt keinen Zutritt zu derselben erlangen. Die Uebertragung des befruchtenden Stoffes des Pollenkornes auf das Ei wird nur dadurch möglich, dass die fertile Zelle des durch äussere Kräfte (Wind, Insekten u. s. w.) dem weiblichen Organe zugeführten Pollen nach Art einer keimenden Spore zu einem Schlauche, dem Pollenschlauche auswächst, der durch das Gewebe des weiblichen Organes bis zum Ei vordringt (Fig. 207).

616. Das weibliche Organ der Phanerogamen ist die der Regel nach gleichfalls an Blättern, Fruchtblättern (Carpelle, Carpiden), selten als Axengebilde erzeugte Samenknospe (Gemmula; Fig. 202 B, 205—207). An ihr unterscheidet man als Haupttheil den Knospenkern (Nucellus; Fig. 205—207 *n*), in welchem eine besonders grosse Zelle, der Embryo- oder Keimsack liegt. Den Knospenkern, dessen Scheitel mit dem besonderen Namen der Kernwarze belegt wird, dürfen wir als das Macrosporangium der Phanerogamen, den Embryosack als dessen Macrospore betrachten. Die Macrospore ist hier allerdings weniger selbständig, geht nicht aus der Viertheilung einer Zelle des Archespors hervor, sondern wird von einer mächtig heranwachsenden ungetheilten Zelle des letzteren gebildet, verlässt auch das Macrosporangium nicht, sondern bleibt sammt dem von ihr erzeugten Prothallium nebst Embryo in dem nach der Befruchtung zum Samen heranreifenden Macrosporangium eingeschlossen. Letzteres, respective der Knospenkern, ist selten nackt (Santalaceen, Balanophoraceen); in der Regel wird der Knospenkern von einer oder zwei Hüllen, den Integumenten eingeschlossen (Fig. 205—207 *i*, *ii*, *ai*), welche später der Hauptsache nach die Samenschale erzeugen und als Neubildungen von der Anlage der Samenknospe selbst, nicht vom Fruchtblatte entspringen, daher mit dem Indusium der Gefässkryptogamen nicht ohne weiteres vergleichbar sind. Ueber der Kernwarze lassen sie eine canalartige Oeffnung frei: die Micropyle (Fig. 207 *m*), durch welche

Fig. 205.

Fig. 206.

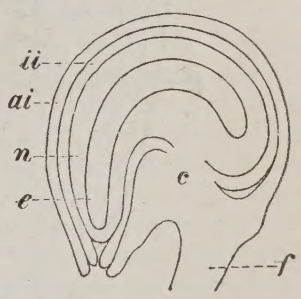


Fig. 205. Taxus baccata. Längsschnitt der weiblichen Blüthe nach der Bestäubung. *n* Knospenkern, *i* Integument der orthotropen Samenknospe, *a* Anlage des Arillus. Unter der terminalen Blüthe noch ein Stück des beblätterten Zweiges mit dem durch den Blüthenspross zur Seite gedrängten Vegetationskegel der primären Axe. Nach Strasburger. Vergr. 18.

Fig. 206. Beta vulgaris. Campylotrope Samenknospe: *f* Funiculus, *c* Chalaza, *n* Knospenkern, *ii* inneres und *ai* äusseres Integument. Vergr. 30.

der Pollenschlauch zum Knospenkerne und, diesen durchwachsend, zum Embryosacke und seinem Geschlechtsapparate gelangt. Gewöhnlich ist die Samenknospe gestielt und ihr Stiel (Nabelstrang, Funiculus; Fig. 206 u. 207: *f*)

Fig. 207.

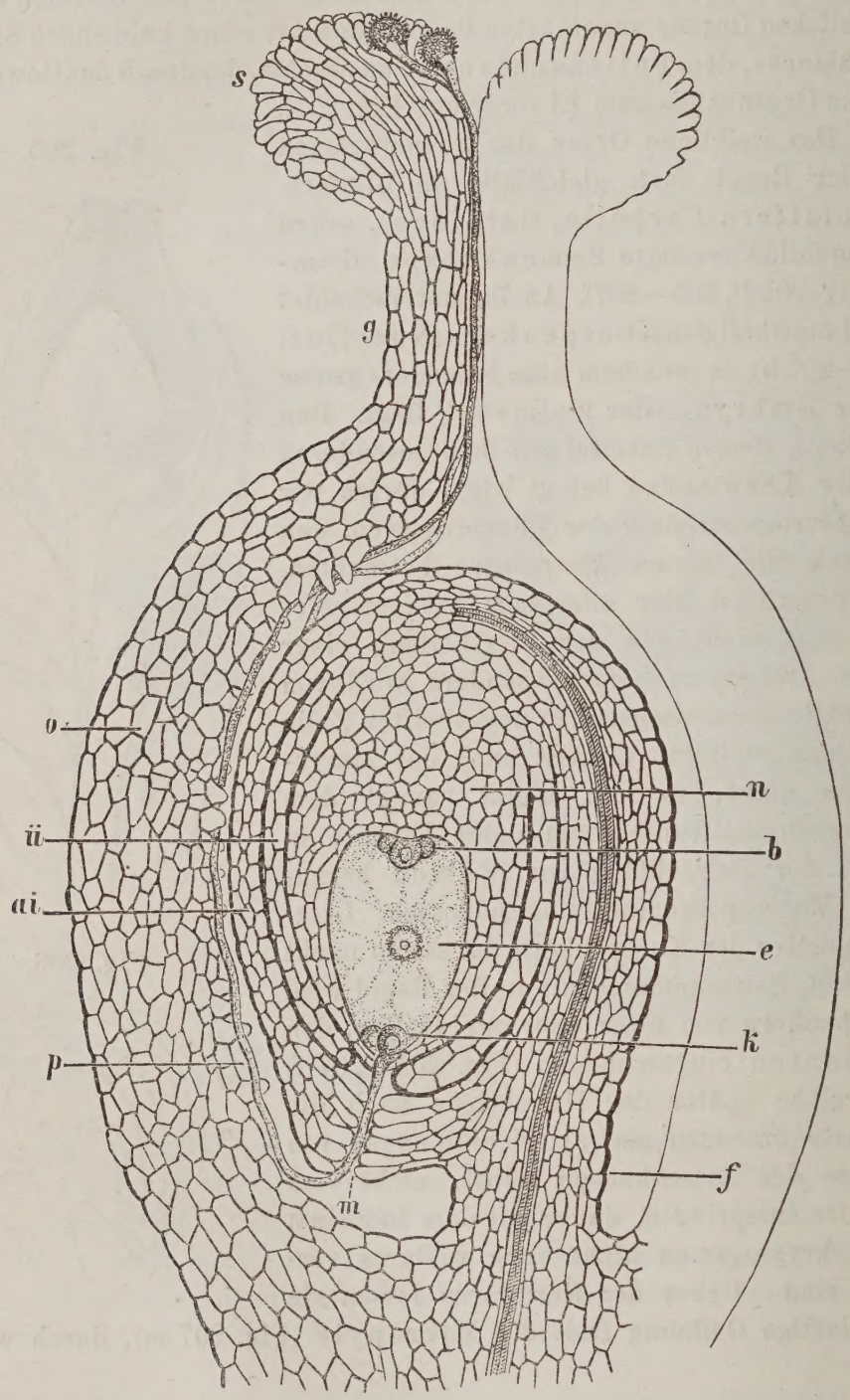


Fig. 207. Schematische Darstellung (Längsschnitt) eines Fruchtknotens mit grundständiger anatroper Samenknospe im Augenblicke der Befruchtung: *o* Fruchtknoten, *g* Griffel, *s* Narbe mit zwei Pollenkörnern, deren Pollenschläuche (*p*) durch den Griffelcanal in die Fruchtknotenhöhle hineingewachsen sind; einer derselben dringt durch die Micropyle (*m*) der Samenknospe und durch das Gewebe der Kernwarze des Knospenkernes (*n*) zu dem Eiapparate (*k*), welcher in der Spitze des Embryosackes (*e*) liegt. *b* Basalzellen, *f* Funiculus, *ii* inneres und *ai* äusseres Integument.

mit seltenen Ausnahmen von einem Gefässbündel durchzogen, das in der Basis des Knospenkernes, dem Knospengrunde (Chalaza), endet.

617. Wichtig für die Systematik sind die verschiedenen Formen und Richtungsverhältnisse der Samenknospen. Bezüglich der ersteren lassen sich 3 Haupttypen unterscheiden. Bei der geradläufigen Samenknospe (Gemmula atropa, G. orthotropa) bildet die Längsaxe des geraden Knospenkernes die Verlängerung der Funiculusaxe, und Kernwarze sammt Micropyle liegen dem Anheftungspunkte der Samenknospe gegenüber (Fig. 205). Die am häufigsten vorkommende gegenläufige Samenknospe (Gemmula anatropa) ist am Knospengrunde derart scharf umgebogen, dass der Scheitel des gerade bleibenden Knospenkernes sammt Micropyle neben dem Anheftungspunkte der Samenknospe liegen (Fig. 207). Die dem Funiculus anliegende Partie der Integumente (wenigstens des äusseren) ist in diesem Falle gewöhnlich mit dem Funiculus verwachsen und letzterer wird dann auf der ganzen Strecke der Verwachsung speciell als Samennaht (Raphe) bezeichnet. Am seltensten ist die krummläufige Samenknospe (Gemmula campylotropa), bei welcher der Knospenkern sammt seinen Hüllen gekrümmt ist, ohne dass aber eine seitliche Verwachsung mit dem Funiculus einträte (Fig. 206). Während die geradläufige Samenknospe durch die verschiedensten Längsschnitte symmetrisch halbirt wird, ist eine solche Halbirung der anderen beiden Formen nur durch einen Schnitt möglich. Mittelformen machen übrigens in manchen Fällen die Unterscheidung der genannten drei Typen zu einer schwierigen.

618. Die Stelle des Fruchtblattes (in Ausnahmefällen der Axe), auf welcher die Samenknospen entspringen, heisst die Placenta. Sie entspricht dem Receptaculum der Gefässkryptogamen (§§ 552, 568) und ist bald nicht auffällig entwickelt, bald tritt sie in Form von Gewebehöckern oder Leisten verschiedener Form mehr oder weniger stark hervor. Nach dem Orte am Fruchtblatte oder der Axe, an welchem die Placenta und auf ihr die Samenknospen zur Entwickelung kommen, lassen sich letztere als carpellbürtige und axenbürtige Samenknospen unterscheiden. Die bei der Mehrzahl der Phanerogamen auftretenden carpellbürtigen Samenknospen entspringen in der Regel an den Rändern (randständige S.), selten auf der Innenfläche (flächenständige S.: Astrocarpus, Cabomba, Araucaria, Dammara) oder auf der äussersten Basis, resp. in der Achsel des Fruchtblattes (grund- oder achselständige S.: Ranunculus, Cupressus, Juniperus). Die von der Blüthenaxe erzeugten axenbürtigen Samenknospen sind entweder terminale S., wenn der Scheitel der Axe selbst zum Knospenkerne wird (Polygonum, Taxus; Fig. 205), oder laterale S., wenn sie neben oder unter dem Achselscheitel entstehen (Ginkgo).

619. Die Entwickelungsgeschichte der Samenknospen soll in den beiden den Gymno- und Angiospermen speciell gewidmeten Abschnitten erläutert werden. Ebenso werden dort die Vorgänge im Embryosacke (der Macrospore), welche sich in beiden Classen in verschiedener Weise abspielen, bei den Gymnospermen denjenigen in der Macrospore der höheren Pteridophyten sich unmittelbar anschliessen, ausführlicher besprochen werden. Einstweilen sei hier auf das S. 168 Gesagte verwiesen. Was die Definition der Gymnospermie betrifft, so mag ein Punkt hier noch ausdrücklich hervorgehoben werden. Bei den Gymnospermen sind die Samenknospen nicht in einen durch verwachsene Fruchtblätter gebildeten Behälter (Fruchtknoten) eingeschlossen, wie bei den Angiospermen, sondern sie stehen nackt an den Fruchtblättern oder der Axe. Nun kommen in der Classe der Angiospermen allerdings einzelne Fälle vor, in denen der Fruchtknoten mehr oder weniger weit normal offen bleibt (Reseda, Caylusea und andere Gattungen der Resedaceen), während andererseits unter den Gymnospermen die Fruchtblätter bei Juniperus communis so dicht zusammenschliessen, dass sie einem Fruchtknoten nicht unähnlich sind. Allein im letzteren Falle fehlt den Fruchtblättern die Narbe und der Pollen kommt unmittelbar auf die Samenknospen. Solches geschieht bei den Angiospermen niemals, sondern selbst die offenen oder nicht völlig geschlossenen Fruchtblätter der erwähnten Resedaceen besitzen eine Narbe, welche den Pollen auffängt. In derartigen Ausnahmefällen charakterisirt also das Fehlen oder Vorhandensein der Narbe das eigentliche Wesen der Gymnospermie oder Angiospermie.

620. Die Uebertragung des Pollen (der Microsporen) auf die Samenknospe (Macrospore) der Gymnospermen oder auf die Narbe der Angiospermen wird als Bestäubung bezeichnet. Diese darf durchaus nicht mit der Befruchtung verwechselt werden, wie häufig geschieht. Denn dadurch, dass die Bestäubung vollzogen wird, ist nicht absolut auch die Befruchtung ge-

sichert. Erst wenn der Pollenschlauch den Weg bis zum Ei zurückgelegt hat — bei den Gymnospermen durch das Gewebe des Knospenkernes bis zum Embryosacke, bei den Angiospermen dazu noch durch Narbe und den oft sehr langen Griffel des Fruchtknotens — kann die Befruchtung erfolgen. Zwischen Bestäubung und Befruchtung liegen wenigstens Stunden, oft Tage, bisweilen sogar Monate, die der Pollenschlauch zur Vollendung seines Wachsthums gebraucht, und während dieser Zeit können Hemmnisse verschiedener Art eintreten, die trotz geschehener Bestäubung die Befruchtung unmöglich machen. Die Bestäubung selbst kann in verschiedener Weise vollzogen werden. In manchen Fällen gelangt der Pollen aus den sich öffnenden Antheren unmittelbar auf die Narbe derselben Blüthe (Selbstbestäubung). Allein vielfach ist er hier wirkungslos, da Antheren und Narben häufig nicht gleichzeitig, sondern nach einander zur Reife gelangen (dichogame Blüthen). Der Pollen muss also auf die Narbe einer anderen Blüthe kommen, soll ein Pollenschlauch gebildet werden (Fremdbestäubung). Als Transportmittel dienen in diesem Falle und ferner ohne weiteres bei allen eingeschlechtigen Blüthen der Wind (Windblüthler, Anemophilae — Gymnospermen, Eiche, Weide, Pappel) oder das Wasser (Wasserblüthler, Hydrophilae — Vallisneria, Ceratophyllum) oder Thiere und zwar fast ausschliesslich Insekten (Insektenblüthler, Entomophilae — Orchideen, Aristolochia, Salvia). Mannigfaltige Anpassungen der Blüthen erleichtern dann die Bestäubung. Einige auffallendere Beispiele werden unter den Angiospermen Berücksichtigung finden, bei denen derartige Verhältnisse am schärfsten ausgeprägt auftreten.

4. Gruppe. Gymnospermae. Nacktsamige Blüthenpflanzen.

621. Die Samenknospen sind nackt, d. h. nicht in einem besonderen, durch die Verwachsung von Fruchtblättern gebildeten Behälter, den Fruchtknoten, eingeschlossen. Vor der Befruchtung entsteht im Embryosacke (Macrospore) ein Prothallium (hier als Endosperm bezeichnet), welches auf seinem Scheitel Archegonien erzeugt. Auch in der direct auf die Samenknospe gelangenden Pollenzelle wird schon vor der Verstäubung durch Auftreten fester Zellwände ein zwei- oder wenigzelliger Körper gebildet, dessen grösste Zelle zum Pollenschlauche auswächst, während die anderen kleineren als rudimentäres männliches Prothallium zu deuten sind. Die ersten Blätter (Keimblätter oder Cotyledonen) des Embryo bilden einen zwei- oder mehrgliederigen Wirtel.

622. Die drei Classen der Gymnospermen unterscheiden sich durch folgende Hauptmerkmale:

I. Blüthen ohne Perigon.

1. Axe meist einfach, knollenartig oder säulenförmig, an die Stämme der Baumfarne erinnernd. Laubblätter gross, fiedertheilig, in der Knospe oft nach vorne eingerollt, auf dem Gipfel des Stammes eine palmenartige Krone bildend. Blüthen diöcisch. Keimblätter meist 2, oben oder in der Mitte verwachsen: **Cycadeae.**

2. Axe verzweigt, strauchig oder baumartig. Laubblätter klein, einfach, meistens linealisch oder lineal-lanzettlich (nadelförmig), sehr selten einjährig. Blüthen meistens monöcisch. Keimblätter 2—5 oder mehr, frei: **Coniferae.**

II. Blüthen mit Perigon, diöcicch oder monöcisch. Keimblätter 2, frei: **Gnetaceae.**

VIII. Classe. Cycadeae.

623. Die Cycadeen sind baumartige Gymnospermen, welche in der Tracht an Palmen oder Baumfarne erinnern. Ihr plumper, meist unverzweigter, sehr langsam wachsender Stamm bleibt manchmal fast knollenförmig und zum Theil unterirdisch (Ceratozamia, Zamia), entwickelt sich in anderen Fällen zu einer dicken Säule, die aber selten eine bedeutende Höhe (3—10 m) erreicht (Cycas, Encephalartos). Seine Oberfläche ist bald von Blattnarben zierlich getäfelt, bald mit den stehenbleibenden Niederblättern und den Blattstielbasen der Laubblätter dicht bedeckt, auch darin an die Baumfarne erinnernd. In seinem anatomischen Baue schliesst er sich insofern dem Stamme der Coniferen und typischen Dicotyledonen an, als er zunächst auch ein primäres Bündelsystem von Blattspursträngen besitzt, welches Rinde und Mark trennt und in der für die Coniferen und Dicotyledonen charakteristischen Weise eine Cambiumzone ausbildet, welche ebenfalls im allgemeinen im normalen Gange Bast und Holz producirt. Bei Zamia, Dioon und Stangeria bleibt dieses Bündelsystem zeitlebens allein und unbegrenzt in die Dicke wachsend vorhanden. Bei Cycas und Encephalartos steht sein Dickenwachsthum nach einiger Zeit still und es tritt in der Rinde ein neuer, Holz und Bast erzeugender Cambiumring auf, der nach wieder einiger Zeit durch einen dritten, vierten u. s. w. neu sich bildenden Cambiumring abgelöst wird. Dazu besitzt Encephalartos noch ein im Marke, Cycas ein in der Rinde verlaufendes System stammeigener Fibrovasalstränge. In der anatomischen Zusammensetzung der Fibrovasalstränge sind die Cycadeen dadurch ausgezeichnet, dass das secundäre Holz nur Tracheïden mit treppenförmig-netzfaseriger Wand (Zamia, Stangeria) oder quergezogenen Hoftüpfeln (Cycas, Encephalartos) enthält. Das Grundgewebe des Stammes, wie auch der erhalten bleibenden Pfahlwurzel und der Blätter wird von zahlreichen Gummigängen durchzogen.

624. Die sehr grossen, lederigen, spiralig gestellten Laubblätter wechseln mit einer meist grösseren Zahl schuppiger Niederblätter periodisch und ohne Uebergänge ab. Sie bilden auf dem Stammgipfel eine wenig- bis reichblätterige Krone und sind einfach- oder selten (Bowenia) doppelt-fiedertheilig. In der Knospe sind die ganzen Blätter (Zamia, Ceratozamia) oder nur die Fiedern (Cycas) wie bei den Farnen spiralig nach vorne eingerollt; oder die Blätter sind mit der Spitze scharf gegen die Spindel zurückgeschlagen (Stangeria) oder in Spindel und Fiedern gerade gestreckt (Encephalartos). Eigentliche Nebenblätter (Stipulae) fehlen; doch sind bei Zamia und Ceratozamia sogenannte Stipulae adnatae vorhanden, welche an den scheidenartigen Rändern der Blattstielbasis jederseits durch einen Zahn oder Zipfel angedeutet werden.

625. Die Blüthen sämmtlicher Cycadeen sind diöcisch. Bei Cycas tritt die Blüthe einzeln auf dem Stammgipfel in einer Weise auf, dass sie lebhaft an den periodischen Wechsel der fruchtbaren mit den sterilen Blättern gewisser Farne (z. B. Onoclea) erinnert. Zahlreiche Staub- und Fruchtblätter vertreten hier nämlich die Stelle eines Laubblattcyclus; sie folgen auf eine

Anzahl von Niederblättern und über ihnen werden zunächst wieder Nieder-, dann erst Laubblätter entwickelt, da bei Cycas die Blüthe normal durchwachsen wird, ein sonst bei den Phanerogamen nur abnormer Weise eintretender Fall. Beiderlei fertile Blätter sind viel kleiner als die Laubblätter. Die Fruchtblätter kommen letzteren in der Form bisweilen noch am nächsten und entwickeln am Rande 2—10 Samenknospen an Stelle von Blattabschnitten (Fig. 208). Die kleineren Staubblätter tragen die zahlreichen Pollensäcke unterseits in Gruppen, die man wie bei den Farnen als Sori bezeichnen darf.

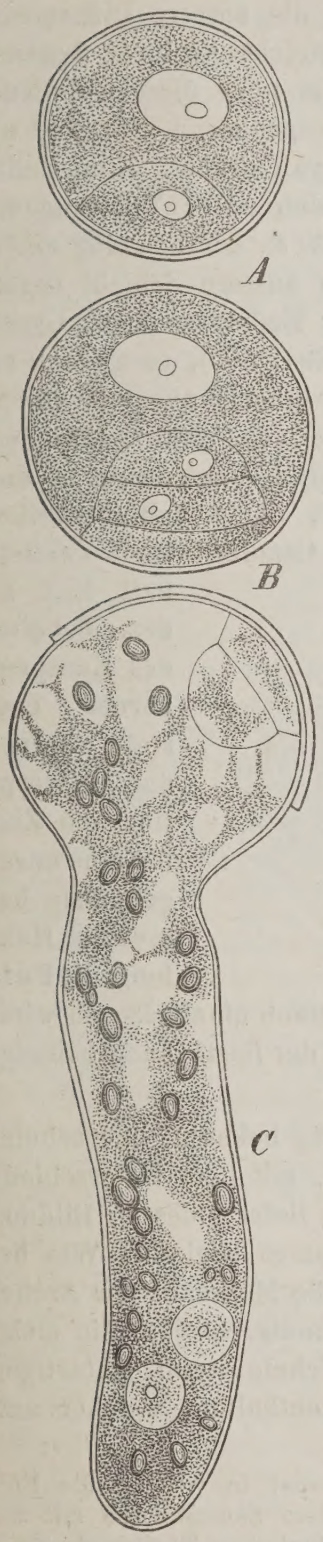
Fig. 208.

626. Die übrigen Cycadeen entwickeln ihre Blüthen zu zweien oder mehreren neben dem Stammgipfel. Die Einzelblüthe gleicht äusserlich einem Tannenzapfen, ist mehr oder minder lang gestielt und trägt an ihrer verlängerten Axe dicht gedrängt zahlreiche, spiralig geordnete, derbe, oft sogar verholzte Staub- oder Fruchtblätter. Erstere erreichen bisweilen bis 8 cm Länge bei 3 cm Breite, sind schuppenförmig oder schildartig und gestielt (Fig. 202 A) und entwickeln die Pollensäcke auf der Unterseite in Gruppen (Sori) von 2—6, wobei die Sori meist wieder zu grösseren Gruppen vereinigt sind, die Zahl der Pollensäcke eines Staubblattes von 4—10 (Zamia Skinneri) bis über 100 (Stangeria) und selbst gegen 1000 (Lepidozamia) schwankt. Der einzelne kugelige oder ellipsoidische, meist etwa 1 mm im Durchmesser haltende Pollensack sitzt mit verschmälerter Basis auf (ist selten sogar gestielt) und öffnet sich mittels eines Längsrisses.

Fig. 208. Cycas revoluta. Kleineres Fruchtblatt mit 6 Samenknospen. Natürliche Grösse.

627. Die Entwickelung der Pollensäcke geht so vor sich, dass auf der Staubblattunterseite zuerst polsterartige Receptacula auftreten (bei Zamia muricata z. B. 6 auf jeder Seite), ganz wie bei Anlage des Sorus der Farne, speciell desjenigen der Marattiaceen (§ 568). Auf dem einzelnen Receptaculum erheben sich dann die Pollensäcke ganz nach Art eines Angiopteris-Sporangiums (§ 568, Fig. 172) als ein Zellenhöcker, der möglicherweise auch hier ein einzelliges Archesporium besitzt. Später zeigt der Pollensack einen inneren Complex plasmareicher Pollenmutterzellen, umgeben von einer doppelten Lage schmaler, dünnwandiger, zuletzt verschwindender Tapetenzellen und einer zwei- oder mehrschichtigen Wand. In letzterer bildet sich (wenigstens in einzelnen Fällen) dort, wo die Längsspalte des aufspringenden Pollensackes endigt, eine Gruppe dickwandiger Zellen aus, dem rudimentären Ringe von Angiopteris (§ 568) vergleichbar. Die Pollenmutterzellen liefern durch zweimalige Zweitheilung 4 Tochterzellen, deren mit Membran sich umhüllende Plasmakörper je ein Pollenkorn (Microspore) bilden. Die Pollenhaut zeigt eine Differenzirung in eine derbe, cuticularisirte Aussenschicht, die Exine (Exosporium der Sporen) — und eine zarte Innenlamelle, die Intine (dem Endosporium einer Spore entsprechend).

Fig. 209.



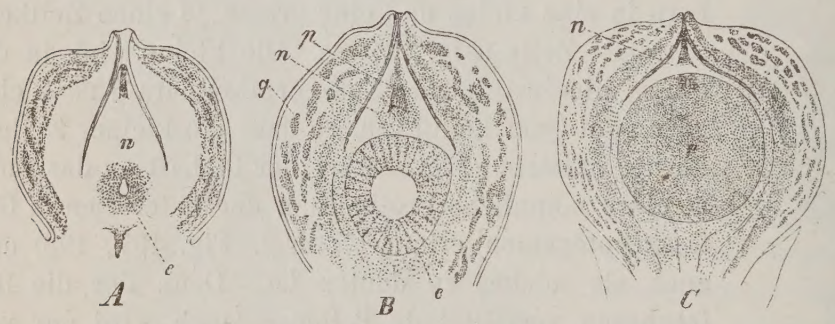
628. Die isolirten Pollenzellen (Microsporen) sind kugelig und anfangs einzellig. Gleich nach dem Sichtbarwerden der Intine (und lange vor dem Ausstäuben aus dem Pollensacke) theilt sich jedoch jedes Pollenkorn in eine kleine und eine grosse, je einen Zellkern führende Zelle (Fig. 209 A). Die kleine, sich in die grosse hineinstülpende Zelle erfährt darauf noch eine oder zwei Quertheilungen, so dass ein kleiner Zellenkörper entsteht (Fig. 209 B), der lebhaft an das rudimentäre männliche Prothallium der heterosporen Gefässkryptogamen erinnert (vergl. Fig. 197, 198) und auch als solches zu deuten ist. Denn der die Befruchtung vermittelnde Pollenschlauch wird nur von der grossen, also einem Antheridium entsprechenden Zelle des Pollenkornes entwickelt. Dieselbe (resp. die Intine) wächst an der dem rudimentären Prothallium gegenüber liegenden Stelle zu einer Papille aus, welche die Exine durchbricht und sich zum Pollenschlauche verlängert (Fig. 209 C).

629. Die Samenknospen treten an den Fruchtblättern von Cycas zu 2—10 (Fig. 208), an denjenigen der übrigen Cycadeen zu 2 auf, je eine rechts und links vom Träger des schildartigen Blattes (Fig. 202 B). Sie sind geradläufig und mit nur einem dicken Integumente versehen, das über der Kernwarze zu einem Röhrchen verlängert ist (Fig. 210). Ihre Entwickelung

Fig. 209. Ceratozamia longifolia Miq. A Pollenkorn, welches die kleine Tochterzelle (rudimentäres Prothallium) gebildet hat. B Pollenkorn mit dreizelligem Prothallium. C Pollenkorn mit Pollenschlauch, in dessen Ende zwei Zellkerne sichtbar sind; die Exine sitzt als Kappe noch dem Korne auf; die dunklen Körper im Protoplasma sind Stärkekörner. Vergr. A und B = 850, C = 456. Nach Jurányi.

ist sehr unvollständig bekannt. Bei Ceratozamia sind die Anfänge des den Sporenmutterzellen eines Macrosporangiums entsprechenden plasmareichen Zellencomplexes als eine dem Gewebe eines Seitenlappens des Fruchtblattes eingesenkte Zellgruppe bereits sichtbar, ehe noch die äussere Differenzirung der Samenknospe hervortritt. Die Anlage gleicht in ihrer Jugend also den Sporangien von Ophioglossum (§ 574). Die über diesem Zellencomplex gelegene Zellgruppe wächst dann zum Knospenkerne (Fig. 210 *n*) aus, um welchen sich bald das Integument als Ringwall erhebt. Eine Zelle in der Mitte der sporogenen Gruppe vergrössert sich unter Verdrängung der umgebenden Zellen zum Embryosacke (Fig. 210 A, *e*), der homolog einer Macrospore seine Wand stark verdickt und deren äussere Schicht sogar cuticularisirt. Verhält sich in dieser Beziehung der Embryosack der Cycadeen wie die einzelne Macrospore von Isoëtes (§§ 604, 605), so gleicht er derselben weiter auch darin, dass er von der Peripherie aus mit einem Prothallium (Endosperm) erfüllt wird (Fig. 210 B, *e*), das schliesslich den ganzen Embryosack einnimmt und auf seinem Scheitel Archegonien anlegt (Fig. 210 C, *e*, die beiden dunkleren Körper), die nur 2 (bisweilen lappig) vorwachsende Halszellen besitzen, und deren Canalzelle noch zweifelhaft ist. In dem Scheitel des Knospenkernes entsteht ferner durch Resorption von Zellen eine unregelmässig begrenzte Höhlung, die Pollenkammer (Fig. 210 B: *p*), in welche der Blüthenstaub hinabgezogen wird, nachdem er (wohl durch den Wind) auf die zur Zeit der Bestäubung Flüssigkeit ausscheidende Micropyle gelangte.

Fig. 210.



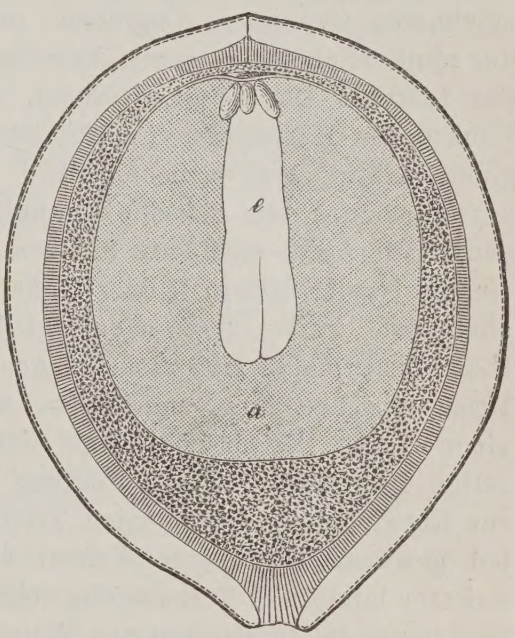
630. Ueber die Ausbildung des Embryo ist wenig bekannt. Sie scheint im allgemeinen wie bei den Coniferen zu verlaufen, mit dem Unterschiede jedoch, dass hier jedes Ei stets nur einen Keimling liefert, dessen Bildung bei Ceratozamia sogar erst nach der Aussaat der Samen beginnt. Wie bei den Coniferen entwickelt sich von mehreren (durch die Mehrzahl der Archegonien bedingten) Embryonalanlagen nur eine vollständig, so dass die meist grossen, durch die fleischige Aussenschicht der Schale steinfruchtartigen Samen nur einen hängenden Embryo (Fig. 211 *e*) enthalten, welcher axil

Fig. 210. Cycas circinalis L. A Junge Samenknospe, in welcher die Entwickelung des Embryosackes beginnt (Vergr. 3). B Aeltere Samenknospe mit bedeutend entwickeltem Embryosacke, der in seinem peripherischen Theile schon das Prothallium (Endosperm) ausbildet (Vergr. 3). C Samenknospe mit völlig ausgebildetem Prothallium (Endosperm) und Archegonien (die beiden dunkleren Körper im Scheitel — natürl. Gr.). — Alle Figuren im Längsschnitte, nach Warming. *n* Knospenkern, *e* Embryosack, *p* Pollenkammer, *g* Gummigänge.

in dem grösstentheils erhalten bleibenden fleischigen Prothallium (Endosperm; Fig. 211 *a*) liegt. Der Embryo besitzt bei Ceratozamia zur 1 scheidiges Keimblatt; bei den meisten Gattungen sind 2 gleich oder ungleich lange, in der Mitte oder gegen die Spitze verwachsene Keimblätter vorhanden. Letztere bleiben bei der Keimung immer unter der Erde und im Endosperm stecken, welches sie zu Gunsten des Keimpflänzchens allmählich aufsaugen.

631. Dass die Cycadeen an der unteren, den Gefässkryptogamen zugewendeten Grenze der Phanerogamen stehen, ist nach dem Gesagten nicht zu verkennen. Die vegetativen Verhältnisse erinnern vielfach an die der Farne: die Stammbildung allerdings mehr nach dem äusseren Habitus als nach dem inneren Bau; die Blätter durch Fiedertheilung, Nervatur und Knospenlage (durch Rollung an die Farne im engeren Sinne, durch oberschlächtige Deckung der Fiedern an Botrychium), sowie durch eine derjenigen der Marattiaceen vergleichbare Nebenblattbildung. Noch entschiedener schliesst sich die gleichsam noch unfertige und ungebundene Blüthenbildung an die Fructificationsverhältnisse der Farne an. Die durchwachsende weibliche Blüthe von Cycas, die noch geringe Differenzirung der Staub- und Fruchtblätter, Zahl und sorusartige Anordnung der Pollensäcke auf der Unterseite der ersteren (nach Art der Marattiaceen), desgleichen die Stellung der Samenknospen auf der offenen Blattspreite der letzteren: dies alles sind unverkennbare Wahrzeichen, welche nach den Farnen hindeuten. Dazu kommen die Entwickelungsgeschichte der Pollensäcke, die Bildung des Prothalliums im Embryosacke und die Erzeugung von Archegonien in demselben, welche sich den gleichen Vorgängen bei den Gefässkryptogamen anschliessen. Ein genetischer Zusammenhang der Cycadeen mit den Farnen ist daher in hohem Grade wahrscheinlich. Die immerhin bedeutende Kluft zwischen beiden lässt sich unschwer vermitteln einerseits durch farnkrautähnliche Gewächse mit geschlechtlich differenzirten Sporangien und Sporen (Microsporen und Macrosporen, wie sie bei den heterosporen Gefässkryptogamen vorhanden sind) auf verschiedenen Blättern, andererseits durch cycadeenartige Gewächse mit unbehüllten (integumentlosen) Samenknospen. Beides mag als vorübergehende Zwischenstufe existirt haben, vielleicht auch unter den Resten der Vorwelt sich finden, wiewohl schwer erkennbar.

Fig. 211.



632. Die jetzt nur in den Tropen und in subtropischen Klimaten, vorzüglich der südlichen Erdhälfte lebenden, circa 70 Arten in 10 Gattungen zählenden Cycadeen waren in früheren Perioden als die ersten Phanerogamen über die ganze Erde verbreitet und durch eine viel grössere Formenzahl repräsentirt. Mit Einschluss der getrennt beschriebenen Stämme und der zu den Cycadeen gerechneten Blüthenstände und Samen werden circa 250 fossile Arten unterschieden, deren älteste sich im Carbon finden, deren grösste Zahl die Schichten der Trias und des Jura aufweisen. Die lebenden Gattungen gehören zwei Ordnungen an. Die nur durch Cycas repräsentirten **Cycadineae** zeichnen sich durch die jederseits am Stiele zu 1—5 auftretenden Samenknospen, sowie durch den einzigen Nerven der Blattsegmente aus, während die die übrigen genannten Gattungen umschliessenden **Zamieae** am schildförmigen Fruchtblatte nur 2 Samenknospen besitzen, in den Blattsegmenten stets mehrere Nerven führen. Die

Fig. 211. Cycas circinalis L. Same im Längsschnitte, natürl. Gr. *e* Embryo, *a* Prothallium (Endosperm).

Stämme mancher Arten (Cycas circinalis, C. revoluta) enthalten ein sehr stärkereiches, zur Gewinnung einer Art Sago benutzbares Mark.

IX. Classe. Coniferae. (§ 622.)

633. Einen auffallenden Gegensatz zum Cycadeenstamme bilden die Stämme der baumartigen Coniferen (Zapfenträger, Nadelhölzer), die als schlanke Kegel mit unbegrenztem Gipfelwachsthum oft eine bedeutende Höhe erreichen können. Ihre Verzweigung ist eine axilläre, doch quantitativ bei den verschiedenen Nadelhölzern sehr ungleich. Die Tannen (Abies), Fichten (Picea) und Araucarien entwickeln ausschliesslich oder doch vorwiegend nur in den letzten Blattachseln der Jahrestriebe Seitenzweige, die sie dann kräftig ausbilden. Von den zahlreich vorhandenen Achselknospen des Wachholders (Juniperus) kommen verhältnissmässig nur wenige zur Weiterentwickelung, und selbst bei den durch reiche Verzweigung ausgezeichneten Cypressen (Cupressus) und Lebensbäumen (Thuja) ist die Zahl der schliesslich vorhandenen Achselsprosse eine viel geringere, als diejenige der Blätter. Die Kiefern (Pinus), welche an Stamm und den unbegrenzt wachsenden Hauptästen (Langtrieben) am Schlusse jeder Vegetationsperiode einen mehrgliederigen Scheinwirtel kräftiger Seitensprosse anlegen, bilden ausserdem aus den Achseln schuppiger Niederblätter des Stammes und der dauernden Aeste sehr kurz bleibende Zweiglein (Kurztriebe), welche ausser einigen Niederblättern 2 oder mehr Laubblätter (Nadelbüschel) tragen, sich aber nicht weiter verzweigen (vgl. Fig. 226 *c*, *d*). Auch bei den Lärchen (Larix) entwickeln sich einzelne Achselknospen zu den das Hauptgerüst der Krone aufbauenden Langtrieben, während zahlreiche Kurztriebe jährlich einen neuen Blattbüschel ohne Seitenknospen erzeugen. Durch eine derartige Regelmässigkeit in Stellung und verschiedenartiger Ausbildung der zur Entwickelung gelangenden Triebe, verbunden mit dem Umstande, dass bei gewissen Gattungen (Tanne) die Aeste erster Ordnung Neigung zu weiterer bilateraler Verzweigung zeigen oder dass solche (bei Lebensbäumen, Cypressen) in regelmässigster Weise eintritt, — dadurch endlich, dass die fast ausnahmslos nur wenig ausgebildeten Blattflächen das Geäste nicht störend decken, wird die eigenthümliche Tracht der Mehrzahl der Coniferen bedingt, die sie zugleich zu den wirksamsten Decorationspflanzen unserer Gärten erhebt.

634. Die Blätter der Nadelhölzer sind mit wenigen Ausnahmen so charakteristisch, dass auch der Laie an ihnen leicht eine Conifere erkennt. Wachholder, Lebensbäume, Araucarien u. a. tragen nur chlorophyllhaltige Laubblätter. Die mit nur wenigen Arten in Australien und auf Borneo heimische Gattung Phyllocladus entwickelt nur schuppenartige Niederblätter, gestaltet dafür aber ihre begrenztes Spitzenwachsthum zeigenden Seitenzweige zu sogenannten Cladodien um (§ 22), welche die Form keilförmiger bis eiförmig-rhombischer, gekerbter bis gelappter Blätter annehmen. Häufig werden aber von einer Pflanze sowohl Nieder- als Laubblätter producirt, sei es, dass sie an denselben Zweigen auftreten (Tannen, bei welchen die Niederblätter nur als Knospenhüllen functioniren), oder dass sie auf verschiedene

Zweige vertheilt sind (Kiefern, welche an den Langtrieben nur schuppenförmige, häutige Niederblätter besitzen und Laubblätter neben Niederblättern nur an den Kurztrieben entwickeln — Fig. 226 *c* u. *d*).

635. Die nebenblattlosen Laubblätter sind in der Regel sitzend, klein, schmal und dick, häufig prismatisch (nadelförmig), einfach und nur von einem Nerven durchzogen. Häufig sind sie sehr klein, mehr schuppenförmig und den Zweigen angedrückt (Cupressus, Thuja); selten erreichen sie auch eine grössere Breite, so dass sie mehr laubige Beschaffenheit annehmen und mehrere bis viele einfache Nerven zeigen (Dammara, Arten von Podocarpus), und noch seltener sind sie gestielt, breit und zweilappig und mit wiederholt gegabelten Nerven versehen, wie bei der ostasiatischen Ginkgo biloba (Salisburia). Gewisse Cupressineen (Juniperus virginiana, Sabina) besitzen häufig zweierlei Laubblätter (nadel- und schuppenförmige) an derselben Pflanze. Bei Larix und Ginkgo sind die Laubblätter einjährig und werden im Herbste von den Kurztrieben abgeworfen, während die virginische Sumpfcypresse (Taxodium distichum) die dünnen, nur wenige Centimeter langen, zweizeilig beblätterten Triebe selbst abstösst. Die Laubblätter der meisten Nadelhölzer haben dagegen mehrjährige Dauer, da ihre lange in die Breite und Länge wachsenden Blattkissen (die Insertionsstellen) der Umfangszunahme des Zweiges geraume Zeit folgen, ein Umstand, der es auch erklärt, dass die in der Knospe dicht an einander gerückten Blätter bei Streckung der Axe auch dann noch mit ihren Basaltheilen die Zweigoberfläche häufig ganz bedecken, sie mit einer grünen Rinde bekleiden, an deren Felderung man die zu den einzelnen Blättern gehörenden Blattbasen leicht erkennt.

636. Die Wurzel des Keimlings entwickelt sich auch bei den Coniferen zu einem meist mächtigen, monopodialen Wurzelsysteme, dessen Zweige sich durch ein den Gymnospermen eigenes Scheitelwachsthum auszeichnen (§ 192 *f*). Bezüglich der Gewebebildung des Stammes zeigen die Nadelhölzer gewisse Eigenthümlichkeiten. In der Anordnung der Gefässbündel sind sie von den normalen Dicotyledonen nicht verschieden. Stammeigene Stränge werden nicht ausgebildet. Dagegen besitzen die Coniferen im Anschlusse an die Cycadeen (§ 623) Gefässe nur im primären Holze (Markkrone). Ihr secundäres Holz führt nur die charakteristischen Tracheïden (vgl. §§ 75, 186; Fig. 14, 15), deren Doppeltüpfel meist in einer Längsreihe (Juniperus, Pinus, Abies, Picea), seltener in mehreren Reihen (Araucaria) auftreten. Die Tracheïden der Eiben (Taxus) besitzen ausser den Hoftüpfeln noch spirale Wandverdickungen. Das Holzparenchym ist nur schwach entwickelt. Die Markstrahlen sind meist einfach, d. h. aus nur einer Zellschicht gebildet; doch treten neben diesen bei manchen Abietineen (Kiefern, Fichten, Lärchen) noch zusammengesetzte Markstrahlen auf, welche in ihrer vielschichtigen Mitte einen horizontal verlaufenden Harzgang führen. Charakteristisch gebaute, als Intercellularräume auftretende Balsam- oder Harzgänge finden sich bei der Mehrzahl der Coniferen ausserdem im Holze, in den Blättern, Zapfen u. s. w. (§ 166). Auch harzführende Zellen und rundliche Harzdrüsen treten hie und da auf (Cupressus, Thuja, Callitris).

637. Die Blüthen der Nadelhölzer sind eingeschlechtig und meist einhäusig (Abietineen, Thuja, Cupressus), seltener zweihäusig (Taxus, Juniperus, Araucaria). Das Gebilde, welches man in systematischen Werken häufig ein männliches Kätzchen oder eine männliche Aehre nennt, ist in der Mehrzahl der Fälle nur eine einzelne männliche Blüthe mit vielen spiralig oder in alternirenden Wirteln stehenden Staubblättern. Doch kommen bei Nadelhölzern auch männliche Blüthenstände („verzweigte Staubkätzchen") vor, ährige z. B. bei Podocarpus spicata und Cephalotaxus, doldige bei Podocarpus Sellowii, traubig-rispige bei Taxodium. Blüthen oder Blüthenstände sind nach den Gattungen oder Arten wechselnd end- oder achselständig und im letzteren Falle entspringen sie bald aus der Achsel von Laub-, bald aus der von Niederblättern. Die einzelne Blüthe ist völlig nackt, d. h. ohne Blüthenhülle oder Perigon. Die Staubblätter zeigen die anatomischen Charaktere eines Blattes, entstehen wie ein solches und vermögen in gewöhnliche Niederblattschuppen überzugehen. Sie sind meist zarter und anders gefärbt als die Laubblätter und in der Regel in einen

Stiel und eine verschieden gestaltete, auf ihrer Unterseite die Pollensäcke tragende Spreite gegliedert (Fig. 203, 212). Die Zahl der Pollensäcke eines Staubblattes wechselt nach Gattungen und Familien. Den Cycadeen nähern sich am meisten Araucaria mit 6—8 und Dammara mit 8—15 Pollensäcken, die hier als lange Schläuche herabhängen. Taxus besitzt 5—8 Pollensäcke auf der Unterseite eines schildförmigen, am Rande kerbig eingeschnittenen, auffallend an Sporangienträger von Equisetum (Fig. 192 G) erinnernden Trägers. Auch Juniperus (Fig. 212) und die übrigen Cupressineen mit meist 3—4 Pollensäcken deuten mit ihren halb-schildförmigen Staubblattspreiten noch auf die Equiseten hin, während bei Ginkgo der nur 2 hängende Pollensäcke tragende Spreitentheil auf ein kleines Knötchen reducirt ist. Bei Podocarpus, Pinus, Abies, Picea etc. sind stets nur 2 Pollensäcke vorhanden, die meist mit Längsspalt (Fig. 203), selten quer (Fig. 219 *a*) sich öffnen, parallel oder schräg neben einander liegen und unter der Spreite am Träger hinlaufen, so dass das Staubblatt demjenigen der Angiospermen ähnlich wird. Eine besondere Erwähnung verdienen noch die bei Cupressus, Juniperus-Arten und Thuja auf der Unterseite der jungen Staubblätter auftretenden,

Fig. 212.

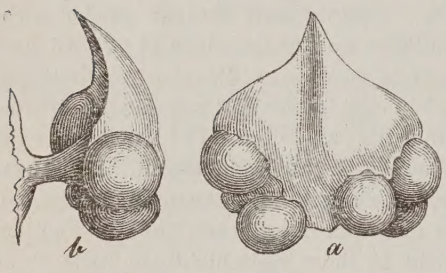
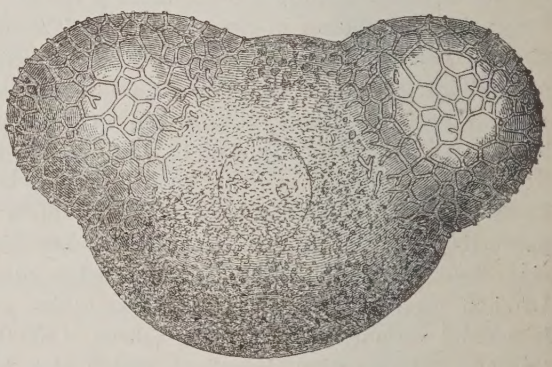


Fig. 213.



die Pollensäcke deckenden Auswüchse, welche den Indusien der Gefässkryptogamen entsprechen dürften.

638. Die Entwickelung der Pollensäcke (Microsporangien) zeigt nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen grosse Uebereinstimmung mit derjenigen der Sporangien von Lycopodium (§ 599). Bei Pinus Pumilio werden sie bei der schon im August beginnenden Anlage der männlichen Blüthen als längliche Anschwellungen zu beiden Seiten am Grunde der Rückenfläche des verkehrt-eiförmigen Staubblättchens sichtbar und zu Ende August zeigen sie ihr Archesporium zum plasmareichen, vielzelligen, von einer doppelten Lage von Tapetenzellen umgebenen Complex der Pollenmutterzellen ausgebildet. In diesem Entwickelungszustande überwintern sie, um im April die letzte Theilung der Pollenmutterzellen (succedane und simultane Viertheilung oft in demselben Pollensacke) und die Ausbildung der Pollenzellen zu vollziehen. Letztere liegen zu Anfang Mai bereits abgerundet in dem mit wässeriger Flüssigkeit erfüllten Raume des Pollensackes, dessen Tapetenzellen jetzt erst langsam desorganisirt werden. Die von jetzt ab noch bedeutendes Wachsthum zeigenden Pollenkörner differenziren ihre Membran in Intine und Exine (§ 627), und letztere lässt auch bald die Anlage der eigenthümlichen

---

Fig. 212. Juniperus Oxycedrus L. Staubblatt, *a* vom Rücken, *b* von der Seite gesehen. Vergr. ca. 10.

Fig. 213. Pinus silvestris L. Pollenkorn (Vergr. 725). Dasselbe ist in der Flächenansicht gezeichnet, lässt aber den Zellkern und die kleine sterile Zelle durchscheinen. Die Exineblasen zeigen kräftige, netzmaschige Leisten; die übrige Fläche ist grubig punktirt.

blasigen Anschwellungen erkennen, welche den Pollen der meisten Abietineen (vgl. diese), sowie auch der Podocarpeen auszeichnen (Fig. 213). Die Exine zeigt in diesen Fällen an zwei Stellen ein stärkeres Flächenwachsthum und hebt sich daher von der Intine in Form zweier allmählich wachsender Blasen ab, die anfänglich mit wässeriger Flüssigkeit, zuletzt mit Luft gefüllt sind und dem reifen verstäubenden Pollenkorne als Flugapparat dienen. Das wie bei den Cycadeen (Fig. 209), so auch für die Coniferen charakteristische rudimentäre männliche Prothallium wird erst kurz vor dem Verstäuben sichtbar. Bei Pinus, Taxus, den Cupressineen etc. wird in dem Pollenkorne durch eine uhrglasartige Wand nur eine kleine linsenförmige Zelle abgeschnitten, die sich nicht weiter verändert (Fig. 213, wo sie am Grunde durchscheint). Bei Abies, Picea und Larix dagegen wölbt sich diese Zelle in den übrigen Pollenraum hinein, eine keulige Blase darstellend, welche an ihrem Grunde durch Querwand eine niedrige, stielartige Zelle absondert (Fig. 223 A, *p*). Unterhalb des Prothalliums zwischen Intine und Exine häufig auftretende Spalten der Membran (Fig. 223 A, in welcher zwei Spalten sichtbar sind) dürfen nicht mit Prothalliumzellen verwechselt werden. Der Pollenschlauch wird stets nur von der grossen Zelle des Pollenkornes erzeugt.

639. Die weiblichen Blüthen zeigen in den verschiedenen Familien einen ziemlichen Wechsel im Gesammtbau wie in der Stellung der Samenknospen (Macrosporangien). Letztere sind geradläufig, stehen jedoch nicht immer aufrecht, sondern werden in gewissen Fällen (Podocarpus, Abietineen; (Fig. 217, 218 *b*) mit der Micropyle abwärts gekehrt. Sie besitzen nur ein Integument, welches über der Kernwarze meist einen hohen und verhältnissmässig weiten, nicht selten gelappten Micropylecanal bildet (Fig. 205, 217). Die Integumentanlage wird vielfach in Form zweier gesonderter, halbmondförmiger Höcker sichtbar, die sich jedoch bald an ihrem Grunde vereinigen und als geschlossener Ringwulst erheben. Da die Anlage also in ähnlicher Weise auftritt, wie bei den den Fruchtknoten angiospermer Phanerogamen zusammensetzenden Fruchtblättern, so glaubten einzelne Forscher auch das Integument der Gymnospermen als Fruchtknoten erklären zu dürfen, der dann eine einzelne nackte Samenknospe einschlösse. Die gesammten Verwandtschaftsverhältnisse, namentlich aber auch das Fehlen einer den echten Fruchtknoten stets charakterisirenden Narbe (§ 619), sprechen indessen für die Stellung der Coniferen in der Abtheilung der Gymnospermen. Einige Beispiele mögen die wichtigsten Typen der weiblichen Coniferenblüthen erläutern.

640. In der Ordnung der Taxineen wird bei der tasmanischen Microcachrys tetragona die kleine weibliche Blüthe aus einer Anzahl schuppenförmiger Fruchtblätter gebildet, von denen jedes eine mit der Micropyle abwärts gekehrte Samenknospe so nahe am oberen Ende der Innenfläche trägt, dass dieselbe zwischen den Fruchtblättern hervorschaut. Bei dem verwandten Dacrydium rückt die Samenknospe bis zur Mitte und tiefer auf das Fruchtblatt hinab, und je weiter sie hinabrückt, um so mehr richtet sie sich auf. In beiden Fällen wird die Samenknospe noch von einer integumentartigen, bei der Reife fleischig und farbig werdenden Hülle, dem Samenmantel (Arillus), umgeben, welcher den Taxineen mit wenigen Ausnahmen (Ginkgo, Cephalotaxus) eigenthümlich ist. Bei Dacrydium ist die Zahl der Carpelle einer weiblichen Blüthe meist auf 1—2 reducirt. Auch bei Podocarpus wird sie aus nur 2—3 Fruchtblättern gebildet, welche am Grunde verwachsen sind und bei manchen Arten mit ihren verwachsenen Basaltheilen ein fleischiges, zur Zeit der Samenreife beerenartiges „Receptaculum" darstellen. Gewöhnlich entwickeln nur 1 oder 2 dieser Fruchtblätter auf ihrer Innenseite dicht unter dem Gipfel je eine mit der Micropyle abwärts gekehrte Samenknospe, welche ihrer ganzen Länge nach mit dem Fruchtblatte verwachsen ist. In den erwähnten Gattungen sind die Samenknospen also entschieden blattbürtig, obgleich sie bei Dacrydium und Podocarpus unter Umständen bis nahe zur Achsel hinabrücken. Völlig achselständig und aufrecht sind sie bei Phyllocladus. Bei Ginkgo sind die Fruchtblätter ganz verschwunden; die Gattung entwickelt an der zu einem mehrere cm langen, aus der Achsel eines Laubblattes entspringenden Stiele verlängerten Blüthenaxe die Samenknospen axenbürtig zu 2, selten zu 3 bis 4

(Fig. 214). Bei Taxus endlich wird die weibliche Blüthe von nur einer aufrechten Samenknospe gebildet (Fig 205, S. 353). Diese nimmt als vollständig axenbürtig den Scheitel eines sehr kurzen Zweiges ein, welcher 3 decussirte Paare von Schuppenblättchen trägt und als Achselspross angelegt wird, der den Sprossgipfel seines Mutterzweiges an die Seite drängt. Die Samenknospe ist zu Anfang October fertig, überwintert (von den Zweigschuppen gedeckt), tritt in den ersten warmen Frühlingstagen hervor und wird bestäubt. Mitte Mai sieht man eine Zelle des Knospenkernes rasch zum Embryosacke heranwachsen, zugleich am Grunde der Samenknospe einen Ringwulst (Fig. 205 *a*) als Anlage des Samenmantels (Arillus) auftreten. Anfang Juni bildet sich im Embryosacke das Prothallium, in der ersten Hälfte des Juli wird das Ei befruchtet, Ende August die Ausbildung des Embryo vollendet. Jetzt wächst auch der Samenmantel becherförmig um den sich bräunenden Samen, wird fleischig und nimmt eine schöne purpurrothe Färbung an.

641. Ein gemeinsamer Charakter der Taxineen ist der, dass es bei ihnen (Microcachrys ausgenommen) nicht zur Bildung der Zapfen kommt, welche die die Mehrzahl der Coniferen umfassende Ordnung der Araucariaceen auszeichnet. Bei diesen ist die bald nur kurze, bald verlängerte Blüthenaxe mit mehr oder minder zahlreichen, wirtelig oder gewöhnlich spiralig gestellten Fruchtblättern besetzt, welche nach der Blüthezeit noch mächtig heranwachsen, dabei verschiedene Formen annehmen, verholzen (selten fleischig werden, wie beim Wachholder), anfänglich dicht zusammenschliessen und so mit den von ihnen eingeschlossenen Samen eine Scheinfrucht, den Zapfen bilden, dessen Schuppen bei der Samenreife auseinander spreizen (selten sich von der Spindel ablösen: Tanne) und die Samen entlassen. Von den zu den Araucariaceen gehörenden Familien zeichnen sich die Cupressineen allen anderen gegenüber durch die verhältnissmässig wenigen, 2- bis 4gliederige Quirle bildenden Zapfenschuppen aus. Dabei erscheinen die Samenknospen so nahe der Basis der Fruchtblätter, dass sie als achselständig bezeichnet werden dürfen, zumal hier die Grenze zwischen Blüthenaxe und Fruchtblatt nicht scharf zu ziehen ist und bei zahlreichen Samenknospen einer Fruchtblattachsel, wie sie bei Cupressus vorkommen, dieselben zum Theil auf die Axe, zum Theil auf das Fruchtblatt hinaufrücken. Bei Juniperus Sabina (Fig. 215) sind 2 zweigliederige Fruchtblattwirtel vorhanden, der obere (wie gewöhnlich) unfruchtbar, der untere in der Mitte der Achseln mit je 2 aufrechten Samenknospen, von denen jedoch die eine oft fehlt. Bei Biota orientalis wird der Zapfen von 3 Fruchtblattpaaren gebildet, deren unteres je 2 Samenknospen, das mittlere je 1 Samenknospe trägt, das obere steril ist. Thuja occidentalis bildet Zapfen mit 6—12 Schuppenpaaren, jede Schuppe mit 2 zusammengedrückten Samenknospen, welche schon zur Blüthezeit rechts und links den am reifen Samen stark entwickelten Flügel erkennen lassen. Die kleinen Zapfen von Juniperus communis werden von einem dreigliederigen Fruchtblattwirtel gebildet und jedes Blatt hat in der Achsel nur eine so weit seitlich stehende Samenknospe, dass die 3 Samenknospen mit den 3 Carpellen zu alterniren scheinen.

Fig. 214.

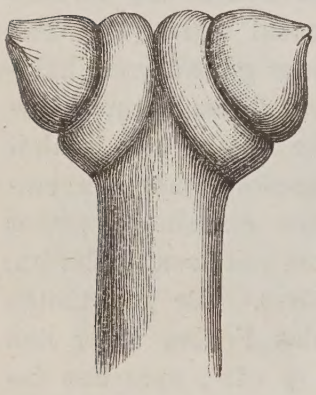
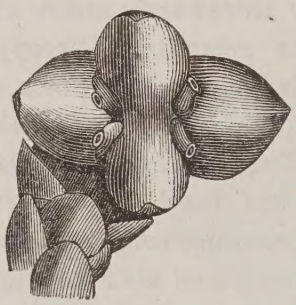


Fig. 215.

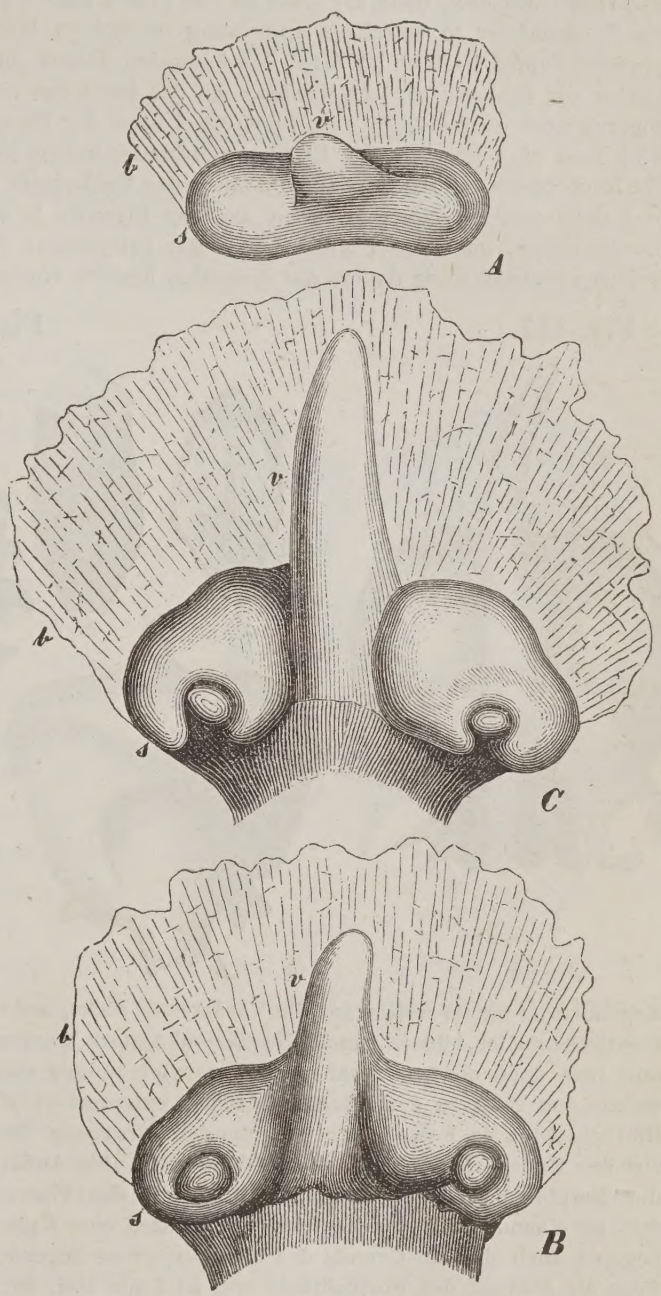


642. In der Familie der Araucarieen trägt Dammara auf den breiten, flachen Fruchtblättern in halber Höhe der Innenseite je eine frei herabhängende ein- oder beidseitig geflügelte Samenknospe, während letztere in der sich sonst gleich verhaltenden Gattung Araucaria mit der dem Fruchtblatte zugekehrten Seite diesem völlig angewachsen ist und andere Gattungen an gleicher Stelle mehrere Samenknospen tragen. Die meisten Araucarieen sind dann dadurch ausgezeichnet, dass sie auf der Oberseite des Fruchtblattes oberhalb der Ursprungsstelle der Samenknospen einen Auswuchs entwickeln, der bei Araucaria einen zahnartigen Fortsatz, bei Cunninghamia einen schmalen gezähnelten Hautrand, bei Sciadopitys einen dicken, breiten, den Gipfel des Fruchtblattes sogar überragenden Wulst bildet und den man

Fig. 214. Ginkgo biloba. Befruchtungsfähige weibliche Blüthe. Vergr. 7.
Fig. 215. Juniperus Sabina L. Weibl. Blüthe, stark vergr., nach Berg u. Schmidt.

wohl als eine „Ligula" betrachten darf, ähnlich derjenigen von Isoëtes oberhalb des Macrosporangiums (§ 603). Die den Araucarieen unmittelbar sich anschliessenden Taxodineen zeigen in einigen Gattungen (Cryptomeria) einen solchen Auswuchs des Fruchtblattes noch als kräftig ausgebildete Schuppe; bei anderen (Taxodium, Sequoia) erscheint er nur als eine Anschwellung des Fruchtblattes. Die Samenknospen treten dabei auf der Mitte des letzteren auf und sind mehr oder weniger abwärts gerichtet (Sequoia); oder sie entwickeln sich auf der Fruchtblattbasis und sind aufrecht (Cryptomeria, Taxodium).

Fig. 216.



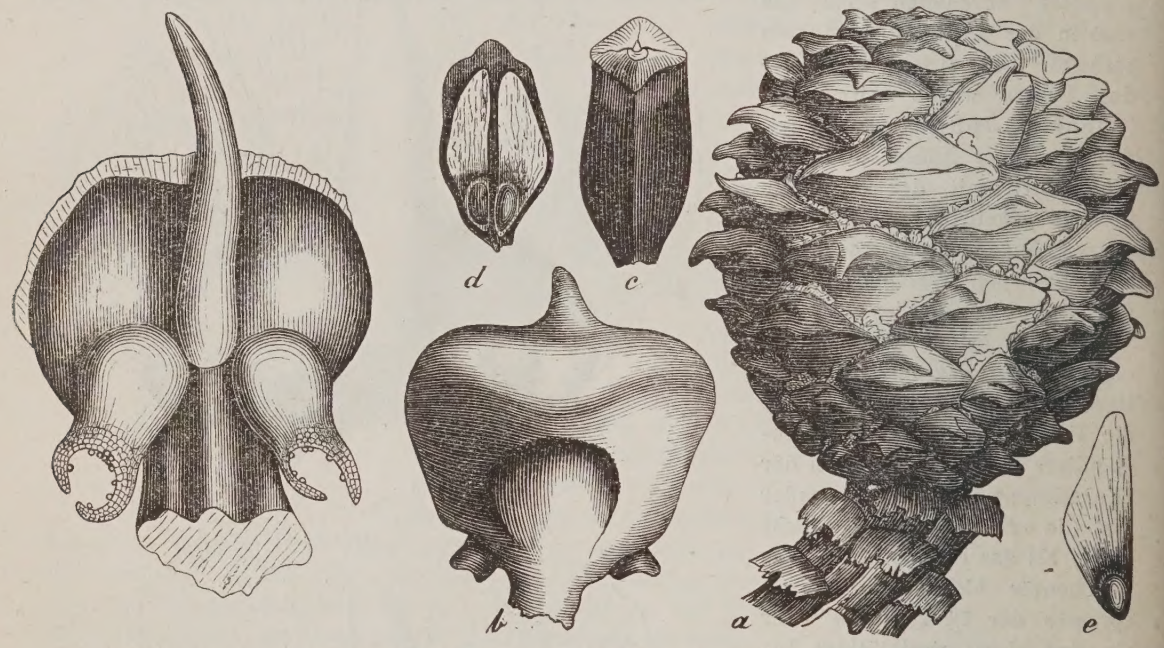
643. Die auffälligste Erscheinung im Blüthenbaue bietet die Familie der Abietineen (Tanne, Fichte, Lärche, Kiefer etc.). Hier gewinnt es den Anschein, als ob an Stelle des einfachen Fruchtblattes der voraufgehenden Familien zwei „Blätter" vorhanden seien, das eine in der Achsel des anderen stehend. Das äussere Blatt jedes Paares wurde seither als „Deckschuppe" bezeichnet, das in seiner Achsel stehende, die beiden mit der Micropyle abwärts gekehrten und ihm der ganzen Länge nach angewachsenen Samenknospen tragende „Blatt" als „Fruchtschuppe". Das Verhältniss beider Schuppen zu einander unterlag verschiedenartigen Deutungen. Einmal wurde die Fruchtschuppe als ein selbständiges Blatt in der Achsel der Deckschuppe erklärt, ein ander Mal (da es axilläre Blätter nicht giebt) als das einzige Blatt eines rudimentär bleibenden Achselsprosses der Deckschuppe oder als eine kleine zweiblüthige Inflorescenz der Deckblattachsel aufgefasst (die Samenknospen die beiden nackten Blüthen bildend). Die naturgemässeste Deutung ist wohl die, welche die sogenannte Fruchtschuppe als die im Gegensatze zu den übrigen Familien ausserordentlich mächtig entwickelte Placenta eines Fruchtblattes und als letzteres die sogenannte Deckschuppe betrachtet. Diese Auffassung entspricht nicht allein dem anatomischen Befunde; sie wird auch durch die Entwickelungsgeschichte bestätigt. Nach letzterer ist die „Fruchtschuppe" ein Product

Fig. 216. Pinus Pumilio. B Fruchtblatt (*b*) mit der die beiden jungen Samenknospen (*s*) tragenden Placenta, letztere bereits die Anlage ihres charakteristischen Kieles (*v*) zeigend. A Ein ähnlicher Entwickelungszustand von oben, C noch ältere Anlage, wie B von innen gesehen. — Nach Strasburger. Vergr. 50.

der „Deckschuppe", d. h. also des wahren Fruchtblattes, und selbst in den Fällen, in welchen sich an ihrer Anlage das Gewebe der Blattachsel, resp. der Blüthenaxe betheiligen würde, liesse sich die betreffende Wucherung immer noch ungezwungen als Placenta bezeichnen.

644. Die Entwickelung der weiblichen Blüthen (Zapfen) findet bei der Knieholzkiefer (P. montana oder P. Pumilio) in folgender Weise statt. Ende August oder Anfang September treten einzeln oder zu mehreren an der Spitze der für das nächste Jahr bestimmten Triebe kleine Sprosse auf, welche eine Anzahl von Niederblättern anlegen (in Fig. 218 *a* am Zapfenstiele noch sichtbar), dann ihr Ende zu der ovalen Zapfenspindel anschwellen und auf letzterer die Fruchtblätter in spiraliger Anordnung erscheinen lassen. Der in diesem Zustande überwinterte Zapfen beginnt im April des folgenden Jahres sich zu strecken, so dass die Fruchtblätter aus einander gerückt werden. An der Basis des einzelnen Fruchtblattes tritt jetzt ein abgerundeter querer Zellgewebewulst als Anlage der Placenta auf und mitten auf demselben wird bald eine kegelförmige Erhöhung sichtbar, welche jedoch in Folge starken Wachsthums der Rückenseite der Placenta auf die Mitte der Vorderseite der letzteren gerückt wird. Rechts und links von derselben erscheint auf der Placenta je ein Gewebehöcker als Anlage einer Samenknospe, an welcher kurz darauf das Integument sichtbar wird (§ 639). Während der weiteren Entwickelung dauert das einseitige hintere Wachsthum der Placenta fort, wobei ihr

Fig. 217. Fig. 218.



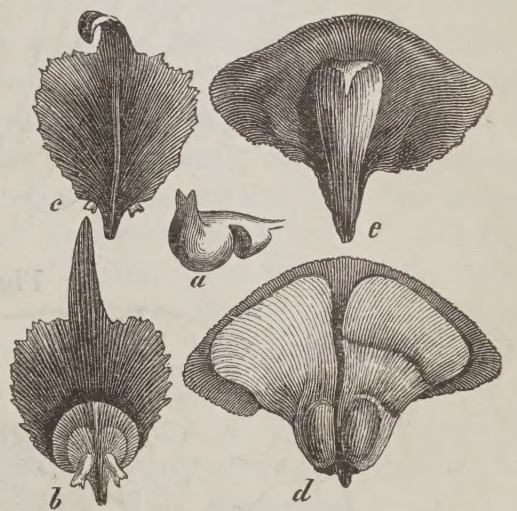
Kegelfortsatz immer weiter auf die Vorderseite rückt, auf welcher er schliesslich einen charakteristischen Kiel bildet. Auch die Samenknospen werden allmählich vollständig umgewendet und ihre dann abwärts schauende Micropylemündung streckt sich zu zwei langen Fortsätzen, welche den Höckern der Integumentanlage entsprechen (Fig. 217). Ende Mai wird der kleine Blüthenzapfen in Folge einer bedeutenden Streckung des unter ihm liegenden Sprossstückes aus der Knospe hervorgeschoben und es findet (bis Anfang Juni) die Bestäubung statt. Nach der Bestäubung schwellen die oberen Theile der Placenten an, schliessen auf diese Weise fest an einander und das Zäpfchen wird durch eine Krümmung seines Stieles nickend. Jetzt beginnt auch der am Grunde des Knospenkernes liegende Embryosack zu wachsen, doch erfolgt die Bildung des Prothalliums erst zu Ende Mai, die Befruchtung Ende Juni des zweiten Jahres nach Anlage des Zapfens.

Fig. 217. Pinus Pumilio. Fruchtblatt mit der bereits mächtig entwickelten (dunkel schattirten) Placenta und den beiden Samenknospen zur Zeit der Bestäubung und von der Innenseite gesehen. Nach Strasburger. Vergr. 50.

Fig. 218. Pinus silvestris. *a* Junger Zapfen im April des zweiten Jahres (Vergr. 7). *b* Fruchtblatt und die um das Mehrfache grössere Placenta eines solchen Zapfens vom Rücken gesehen (Vergr. 15). *c* Reife Zapfenschuppe vom Rücken, *d* von vorne gesehen, *e* Same (natürl. Gr.).

645. Der Krummholzkiefer ähnlich verhalten sich die übrigen Abietineen. Unerhebliche Verschiedenheiten werden dadurch hervorgerufen, dass die Placenta bei Larix, Picea und Abies keinen Kiel entwickelt, dass die Ausbildung der Integumentmündung bisweilen einseitig begünstigt wird (Larix) und die relativen Grössenverhältnisse zwischen Fruchtblatt und Placenta wechseln. Letzteres mag an zwei Beispielen veranschaulicht werden. Fig. 218 zeigt bei *a* den jungen Zapfen der gemeinen Kiefer im April des zweiten Jahres seiner Entwickelung. Von den ihn zusammensetzenden Schuppen sind nur die Placenten (Fruchtschuppen) sichtbar, die Fruchtblätter (Deckschuppen) als kleine rundliche Blättchen auf dem Rücken derselben erst dann, wenn man die einzelnen Schuppen ablöst (Fig. 218 *b*). An den reifen Zapfen sind die völlig verholzten Placenten noch mächtiger ausgebildet (Fig. 218 *c*, *d*), die Fruchtblätter gewöhnlich zu Grunde gegangen. Letzteres ist bei der Edeltanne zwar nicht der Fall, allein die Placenta ist zur Zeit der Samenreife immer noch bedeutend grösser als ihr Fruchtblatt, während zur Blüthezeit das Umgekehrte der Fall ist (Fig. 219 und Erklärung). In beiden Fällen sitzt die Placenta deutlich auf dem Carpellblatte, mit ihm zusammen am Grunde einen kurzen, bei der Tanne am stärksten entwickelten Stiel bildend, der bei anderen Abietineen (Fichte) dagegen wenig merkbar ist. Wenn die Schuppen sich am reifen Zapfen von dessen Spindel ablösen (Tanne, Ceder), fallen Fruchtbatt und Placenta (Deck- und Fruchtschuppe zusammenhängend wie ein einziges Blatt ab.

Fig. 219.



646. Der Embryosack, die der Macrospore der Gefässkryptogamen entsprechende Zelle des Knospenkernes (Macrosporangiums) der Nadelhölzer, geht auch hier aus einem Archesporium hervor, welches bei den die Vorgänge am klarsten zeigenden Abietineen eine einzelne hypodermale Zelle ist, die sich durch Grösse und Inhalt den benachbarten Zellen gegenüber auszeichnet. Sie giebt durch Quertheilungen nach oben Schichtzellen ab, welche den steril bleibenden Zellen entsprechen, die das Archespor im Macrosporangium von Isoëtes (§ 604) abscheidet. Weiterhin wird das Archesporium in Folge lebhafter Theilungen der über ihm liegenden Zellschichten allmählich tiefer ins Knospenkerngewebe versenkt und nach der Ueberwinterung zerfällt es in eine untere grosse, inhaltreiche und eine obere kleine Zelle. Letztere theilt sich noch einmal; die untere Zelle aber wird ohne Theilungen direct zur Macrospore, welche heranwachsend nicht allein die über ihr liegenden beiden Schwesterzellen, sondern auch die umgebenden Zellen des Knospenkerngewebes desorganisirt, so dass sie zuletzt frei zwischen diesen gelockerten Zellen liegt. Wesentlich anders verhalten sich die Cupressineen, deren Archesporium sich durch nach verschiedenen Richtungen erfolgende Theilungen wie bei den Cycadeen (§ 629) in eine Zellengruppe verwandelt, welche an den sporogenen Complex der Lycopodium-Sporangien erinnert, von deren Zellen aber nur eine (die anderen

Fig. 219. Abies pectinata DC. *a* Staubblatt in Seitenansicht. *b* Fruchtblatt mit Placenta zur Blüthezeit von innen und *c* vom Rücken gesehen. *d* Reife Zapfenschuppe von innen gesehen (nur die Placenta mit den beiden Samen sichtbar) und *e* solche vom Rücken (das kleine, schmale Fruchtblatt zeigend). *a*–*c* vergrössert, *d* und *e* in natürl. Grösse.

verdrängend) zum Embryosacke sich vergrössert. Auch bei den untersuchten Taxineen ist das Archespor mehrzellig, aber nur eine seiner Zellen (meist die mittlere) wird zum Embryosacke.

647. Die Bildung des Prothalliums (Endosperms) erfolgt, wie bereits früher angedeutet (§ 620), innerhalb des im Knospenkerne eingeschlossen bleibenden Embryosackes. Sie wird bei der specieller untersuchten Fichte dadurch eingeleitet, dass der Zellkern des Embryosackes sich theilt und

Fig. 220.

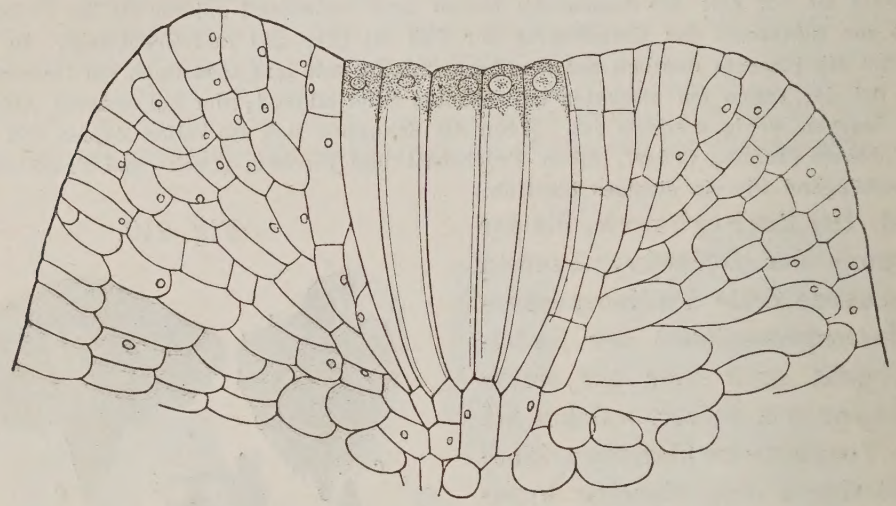
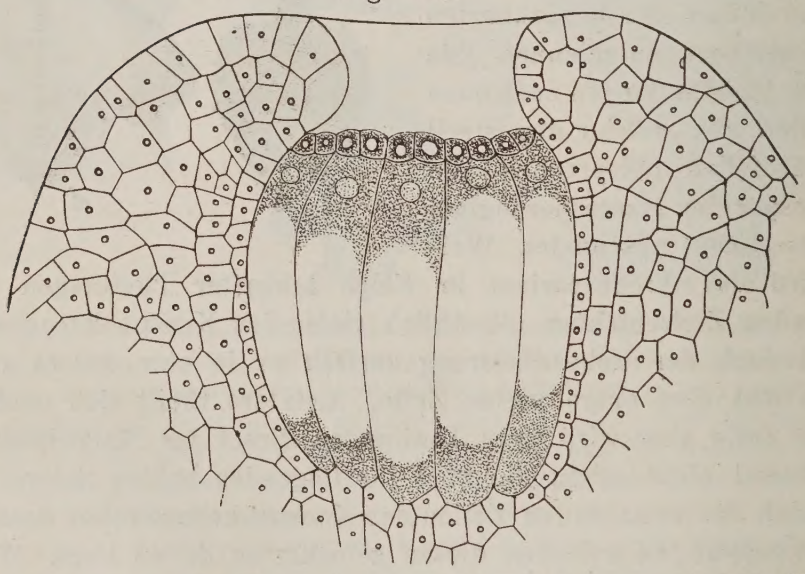


Fig. 221.



seine Tochterkerne rasch hinter einander die Theilungen wiederholen, so dass schliesslich eine relativ starke Schicht aus Protoplasma mit einer doppelten Lage von freien Zellkernen die verdickte Wand des Embryosackes auskleidet. Indem sich das Protoplasma um die eingeschlossenen Kerne zu einer doppelten Lage parenchymatischer Zellen differenzirt, ist der Anfang des Pro-

Fig. 220. Callitris quadrivalvis. Längsschnitt aus dem Scheitel des Prothalliums mit 5 sehr jungen Archegonien, deren Halszellen noch nicht gebildet sind.

Fig. 221. Etwas älteres Stadium, die Halszellen entwickelt. — Beide nach Strasburger. Vergr. 100.

thalliums gegeben. Dieses vergrössert sich nun unter Theilung seiner radiär nach innen wachsenden Zellen (vgl. auch die Cycadeen, § 629, Fig. 210), bis es den Embryosack ganz ausfüllt, der um diese Zeit noch nicht alle der ihn umgebenden gelockerten Knospenkernzellen verdrängt hat.

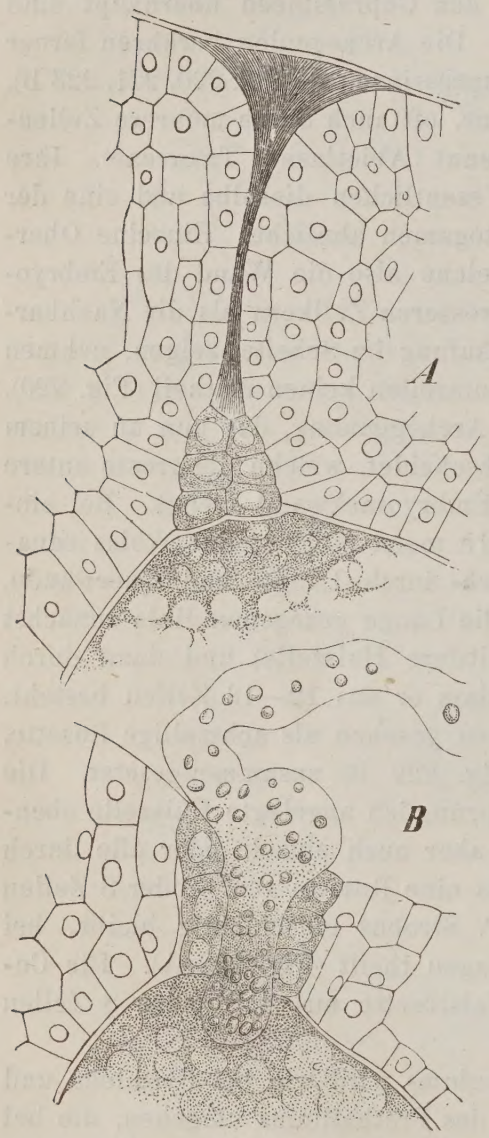
648. Auf dem Scheitel des Prothalliums werden nun auch bald die (früher als Corpuscula bezeichneten) Archegonien angelegt. Ihre Zahl schwankt bei den einzelnen Arten und Familien; sie beträgt z. B. bei Kiefer, Fichte und Tanne 2—5, bei Juniperus und Thuja 5—10, bei Taxus 5—8, bei Callitris bis 15 und mehr, und bei den Cupressineen überhaupt sind manchmal bis 30 Archegonien vorhanden. Die Archegonien berühren ferner seitlich einander entweder unmittelbar (Cupressineen — Fig. 220, 221, 223 B), oder sie sind seitlich durch wenigstens eine, oft auch durch mehrere Zellenlagen oder dickere Gewebeschichten getrennt (Abietineen, Taxaceae). Ihre Entwickelung ist in beiden Fällen im Wesentlichen dieselbe und eine der Archegonbildung der höheren Gefässkryptogamen ähnliche. Einzelne Oberflächenzellen des Prothalliumscheitels, welche also die Wand des Embryosackes unmittelbar berühren und einen grösseren Zellkern als die Nachbarzellen, sowie besonders starke Plasmaanhäufung im Scheitel zeigen, nehmen an der Quertheilung der übrigen Prothalliumzellen keinen Antheil (Fig. 220). Jede dieser Zellen ist die Anlage eines Archegoniums, das nun an seinem Scheitel eine kurze Zelle als Halszelle abscheidet, welche die grosse untere Centralzelle des Archegoniums von der Embryosackwand trennt. Bei einzelnen Coniferen theilt sich die Halszelle meist nicht weiter (Abies canadensis); gewöhnlich aber gliedert sie sich durch Längs- und Querwände. So zeigt die Tanne den später stark in die Länge gezogenen Hals zunächst übers Kreuz (wie in Fig. 223 C die mittlere Halszelle) und dann durch Querwände in 3—4 Etagen getheilt, so dass er aus 12—16 Zellen besteht. Bei der Fichte erscheint der Hals von oben gesehen als achtzellige Rosette, auf Längsschnitten aus 2—4 Etagen (Fig. 222 B) zusammengesetzt. Die Arten der Gattung Pinus gliedern die ursprünglich angelegte Halszelle ebenfalls übers Kreuz in 4 Zellen, die sich aber auch einzeln oder alle durch Längswand weiter theilen können, so dass eine Rosette von 6 oder 8 Zellen entsteht, die bei Pinus silvestris und P. Strobus einschichtig bleibt, bei anderen Arten sich jedoch in 2 bis 3 Etagen theilt (Fig. 222 A). Die Cupressineen besitzen eine einschichtige Halsrosette aus 4, 6 oder 8 Zellen (Fig. 221, 223 B und C).

649. Die Centralzelle des Archegoniums wird wie bei Cycadeen und Farnen von einer besonderen Zellschicht des Prothalliums umgeben, die bei den Cupressineen die ganze Archegongruppe gemeinsam einschliesst (Fig. 221). Von dem Plasma der Centralzelle wird erst kurze Zeit vor der Befruchtung (Abietineen), bisweilen erst bei Antritt des Pollenschlauches (Cupressineen) durch eine sehr zarte, nach unten schwach gewölbte Wand eine Bauchcanalzelle abgeschieden (Fig. 222 A). Eine Halscanalzelle fehlt. Während endlich bei den Fichten und Tannen das Wachsthum der Archegonien mit demjenigen des benachbarten Prothalliumgewebes gleichen Schritt hält, so dass erstere im Niveau des Prothalliumscheitels liegen bleiben (Fig. 222 B), werden bei den Kiefern die Archegonien vom Prothallium derartig überwallt,

dass über jedem Archegonium ein trichterartiger Canal gebildet wird, der bis auf den Archegonhals hinabführt (Fig. 222 A). Bei den Cupressineen wird die ganze Archegoniengruppe als solche in ähnlicher Weise versenkt (Fig. 221, 223 B). In beiden Fällen bleibt aber über den Canälen die Membran des Embryosackes ausgespannt, welche dann bei der Befruchtung vom Pollenschlauche durchwachsen werden muss.

650. Die Bestäubung erfolgt noch vor Anlage der Archegonien (§§ 640, 644). Der Pollen wird durch den Wind übertragen und die Micropyle scheidet um diese Zeit einen Tropfen Flüssigkeit aus, die auch den ganzen Micropylecanal erfüllt, den Pollen auffängt und, allmählich verdunstend, bis auf die Kernwarze hinabzieht. Das Gewebe der letzteren ist jetzt gelockert, in einzelnen Fällen (Ginkgo) sogar durch eine Pollenkammer (§ 629) ausgehöhlt. Bei den Taxineen kann der Pollen direct auf die Micropyle fliegen, bei den zapfenbildenden Nadelhölzern gleitet er in den von den Schuppen gebildeten Rinnen (bei Pinus z. B. rechts und links neben dem Kiele — § 624) zu den tiefer zwischen ihnen stehenden Samenknospen hinab. Die auf der Kernwarze getriebenen Pollenschläuche wachsen zunächst nur eine kurze Strecke in das Gewebe des Knospenkernes hinein und dann folgt für sie bis zur völligen Ausbildung der Archegonien eine Ruhezeit, die bei Coniferen mit einjähriger Samenreife wenige Wochen, bei denen mit zweijähriger Samenreife etwa ein Jahr dauert. So erreichen die Pollenschläuche die Archegonien z. B. bei Taxus baccata Ende Mai und bei Abies canadensis Ende Juni des ersten Jahres; bei Pinus silvestris und Juniperus sibirica dagegen erst Anfang Juni, bei Pinus Strobus und Juniperus communis Ende Juni des zweiten Jahres (§§ 640, 644). Bei den Abietineen und Taxineen befruchtet je ein Pollenschlauch nur ein Archegonium (Fig. 222 B); bei den Cupressineen hingegen genügt für die ganze Archegoniengruppe ein einziger Pollenschlauch, der an seinem Ende unter Ausfüllung des Prothalliumtrichters fussförmig anschwillt (Fig. 223 B) und nun für jedes Archegonium einen Befruchtungsschlauch als neue Ausstülpung treibt.

Fig. 222.



651. Wie bei den Cycadeen (§ 628), so wird auch bei den Nadelhölzern der Pollenschlauch in allen Fällen nur von der grossen Zelle des Pollenkornes entwickelt, während die kleine, seiner Austrittsstelle gegenüber liegende Zelle oder Zellengruppe (§ 638) ihrem Charakter als rudimentäres Prothallium entsprechend unthätig bleibt. Ist der Pollenschlauch über einem Archegonium angelangt, so stösst er bei Abies canadensis auf die bereits in Des-

Fig. 222. A Pinus Pinaster. Oberer Theil eines Archegoniums mit Bauchcanalzelle, Halszellen nnd dem stark ausgebildeten Trichter im Prothallium. — B Picea vulgaris Lk. Oberer Theil eines Archegoniums im Augenblicke der Befruchtung. — Nach Strasburger. Vergr. 250.

organisation begriffene einzige Hals- und Canalzelle, durchbricht diese daher leicht und legt sich dem Scheitel des vom Plasma der Centralzelle gebildeten Eies an. Bei der Fichte drängt sich der Pollenschlauch zwischen den auseinander weichenden Halszellen durch und noch ein Stück weit in die Centralzelle abwärts (Fig. 222 B) und ähnlich verhält er sich bei der Tanne, nur dass er die Halszellen der letzteren bis fast zur Unkenntlichkeit zerquetscht. Der in der schlauchbildenden Pollenzelle enthaltene Zellkern wandert mit der Pollenschlauchspitze abwärts, theilt sich hier aber und liefert dadurch die Kerne zu zwei über einander liegenden nackten Zellen, deren untere bei den Cupressineen weitere Theilungen erfährt, wobei sich die Tochterzellen über die Hälse der Archegonien vertheilen. Es ist im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die untere nackte Zelle des Pollenschlauches (bei den Cupressineen je eine der kleinen Zellen) in das Ei des Archegoniums übertritt, begünstigt durch die dünne Stelle (Tüpfel), welche die Membran des Pollenschlauchscheitels aufweist. Es wurde nämlich beobachtet, dass, während die betreffende Zelle im Pollenschlauchende unsichtbar wurde, ein rundlicher, zellenartiger Plasmaballen im Scheitel des Eies auftrat, in einzelnen sicher constatirten Fällen zum Eikern wanderte und mit letzterem verschmolz. Dieser sogenannte Spermakern dürfte auch bei den Cycadeen gebildet werden, worauf die hier im Pollenschlauche vorhandenen Tochterkerne hinweisen (§ 628, Fig. 209), und es würde sich dann auch beim Befruchtungsacte der Gymnospermen um die Vereinigung zweier Zellen handeln, der im Pollenschlauche befindlichen männlichen Zelle („Spermakern") mit dem im Archegonium entwickelten Ei.

652. Die Entwickelung des Embryo erfolgt in den einzelnen Familien in verschiedener Weise. Am eigenthümlichsten verhält sich die auch in anderer Beziehung (§ 640) ausgezeichnete Gattung Ginkgo, deren Archegonien durch ihre 2 Halszellen an die Cycadeen (§ 629) erinnern und bei welcher Befruchtung und Embryobildung erst nach dem Abfallen des bereits mit verholzter Innenschale versehenen Samens vom October ab während des Winters stattfinden, die sich auch also darin gewissen Cycadeen (§ 630) anschliesst. Bei Ginkgo bildet sich durch wiederholte Theilung des Eikernes und seiner Tochterkerne und durch entsprechende Zerklüftung des Eiplasmas ein die ganze Centralzelle ausfüllender Gewebekörper, der Embryo, welcher nicht an einem Embryoträger aufgehängt ist, wie der Keimling der übrigen Coniferen. Bei letzteren findet die Embryobildung überhaupt nur im unteren Ende des Embryosackes statt und die als Beispiel für die Abietineen zu wählende Krummholzkiefer (Pinus Pumilio) zeigt dabei folgende Vorgänge.

653. Nachdem der aus der Verschmelzung von „Spermakern" und Eikern entstandene „Keimkern" in das untere (dem Archegonhalse gegenüber liegende) Ende der Centralzelle gewandert ist, zerfällt er hier durch zweimalige Zweitheilung in 4 in einer Ebene liegende Tochterkerne. Um jeden derselben bildet sich eine Zelle und die 4 in einer Ebene liegenden Zellen (Fig. 223 D giebt im Längsschnitte dasselbe Bild) theilen sich darauf durch Querwände in 3 über einander liegende Etagen (Fig. 223 E). Die Zellen der obersten Etage bleiben im Grunde des Archegoniums eingeschlossen, während diejenigen der zweiten Etage zu den langen Schläuchen

der Embryoträger auswachsen, so dass die von Anfang an durch reichen Plasmainhalt ausgezeichnete untere Zellenetage aus dem Archegonium nach abwärts in das Prothallium (Endosperm) geschoben wird (vgl. auch Fig. 223 F). Nachdem die Zellen der unteren Etage durch Quertheilungen noch einige

Fig. 223.

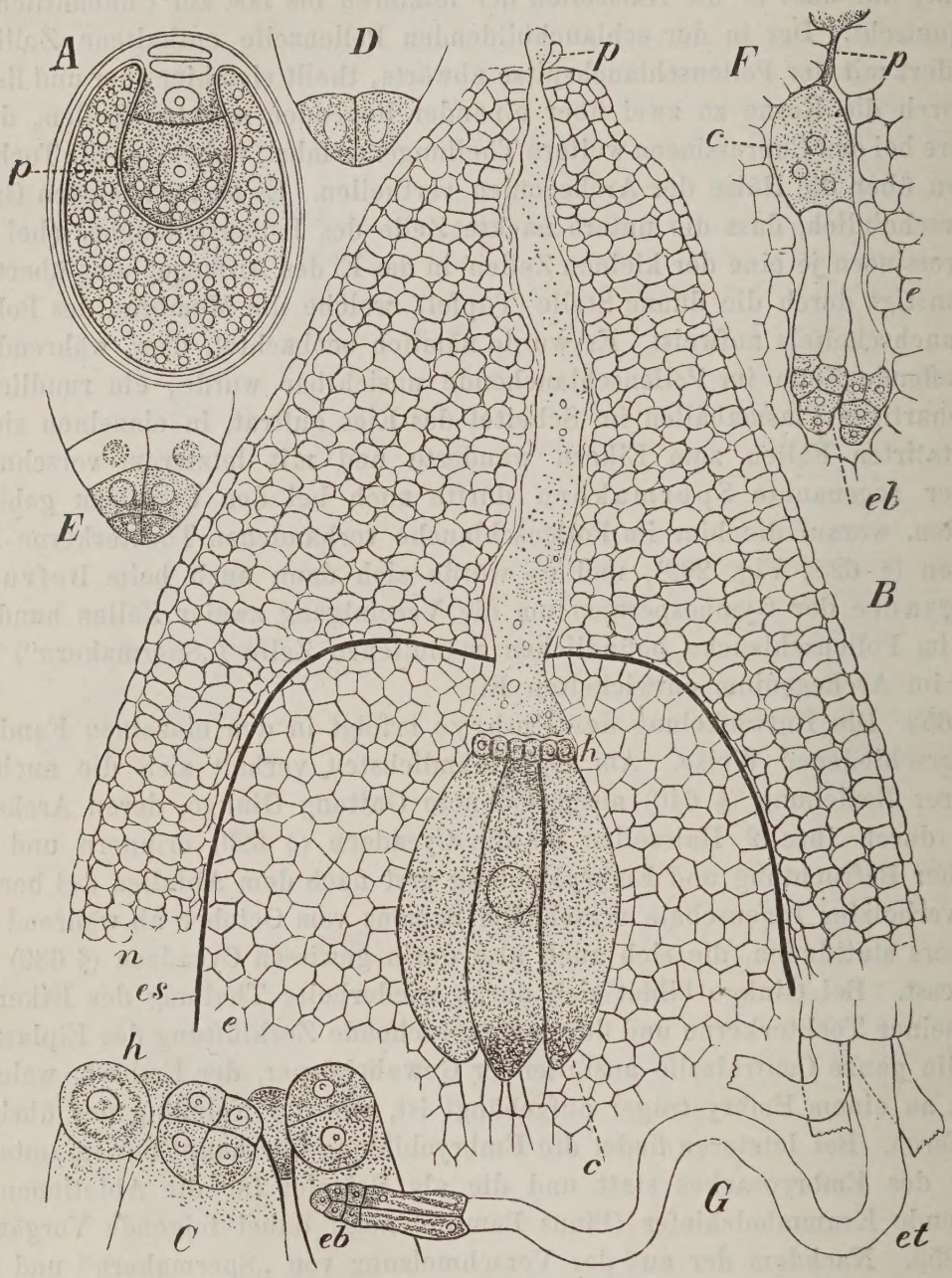
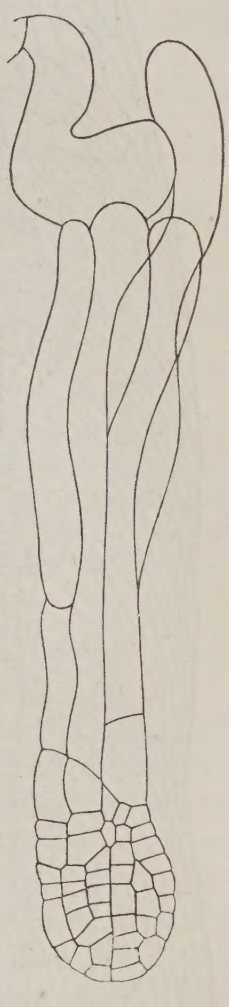


Fig. 223. A Pollenkorn von Larix europaea (Vergr. 400). — B Juniperus virginiana, Längsschnitt durch den Knospenkern und den oberen Theil des Embryosackes der Samenknospe im Anfange der Befruchtung (Vergr. 100). — C Die Halszellen der Archegonien von Juniperus virginiana in verschiedenen Stadien der Theilung und halb von oben gesehen (Vergr. 250). — D Erste Theilung des befruchteten Eies von Pinus Strobus und E weitere Theilung desselben (Vergr. 300) — F Juniperus communis: Archegonium mit Embryonen, vom Prothallium umgeben, auf dem Scheitel mit dem Ende des Pollenschlauches (Vergr. 300). — G Pinus Strobus, Embryo mit Embryoträger (Vergr. 100). — Fig. A nach Schacht, B u. C nach Strasburger, D—G nach Hofmeister. — *n* Gewebe des Knospenkernes, *e* Prothallium im Embryosacke *es*, *c* Archegonium, *h* Halszellen desselben, *p* Pollenschlauch (in Fig. A das rudimentäre männliche Prothallium), *eb* Embryo, *et* Embryoträger.

Zellen an den Embryoträger abgegeben haben, beginnen die 4 Zellenreihen sich vom Scheitel aus aufwärts völlig zu trennen und von einander unabhängig und sich krümmend nach verschiedenen Richtungen tiefer in das Prothalliumgewebe hinein zu wachsen.

654. Die plasmareichen Zellen am Ende jedes Schlauches theilen sich darauf durch übers Kreuz gestellte Längswände (Fig. 223 G, *eb*), denen Querwände folgen. Während nun die dem schlauchförmigen Embryoträger zugekehrte Hälfte dieses Zellenkörpers unter weiteren Quertheilungen sich streckt und den Embryoträger verlängert, geht aus dem Scheiteltheile allein der Embryo hervor. Durch nach den drei Raumrichtungen wechselnde Theilungen wird aus ihm ein kleinzelliger, plasmareicher Gewebekörper erzeugt, der zunächst keinerlei Gliederung zeigt (Fig. 224). Erst wenn derselbe eine Länge von etwa 0,5 mm erreicht hat, wird nur ca. 0,15 mm vom Scheitel rückwärts die Anlage des Wurzelscheitels bemerkbar, in derselben Höhe, in welcher am künftigen Stammtheile die Differenzirung des Dermatogens aufhört. Seine Bildung wird durch tangentiale Theilungen in einer Lage ungefähr halbkugelig angeordneter Zellen eingeleitet, die allseitig vom Gewebe der Embryonalanlage eingeschlossen sind und den Pleromscheitel der jungen Wurzel bilden (§§ 192 *f*, 636). Das zwischen diesem und dem Embryoträger liegende Gewebe stellt den Anfang der Wurzelhaube dar, welche sofort durch die vom Wurzelscheitel zahlreich abgeschiedenen, kugelschaligen Gewebeschichten vergrössert wird. Die meist zu 6 auftretenden Keimblätter (Cotyledonen) erheben sich als kleine Zellhöcker im Umkreise des künftigen Stammscheitels erst nachdem letzterer sich deutlich differenzirt hat (Fig. 225).

Fig. 224.



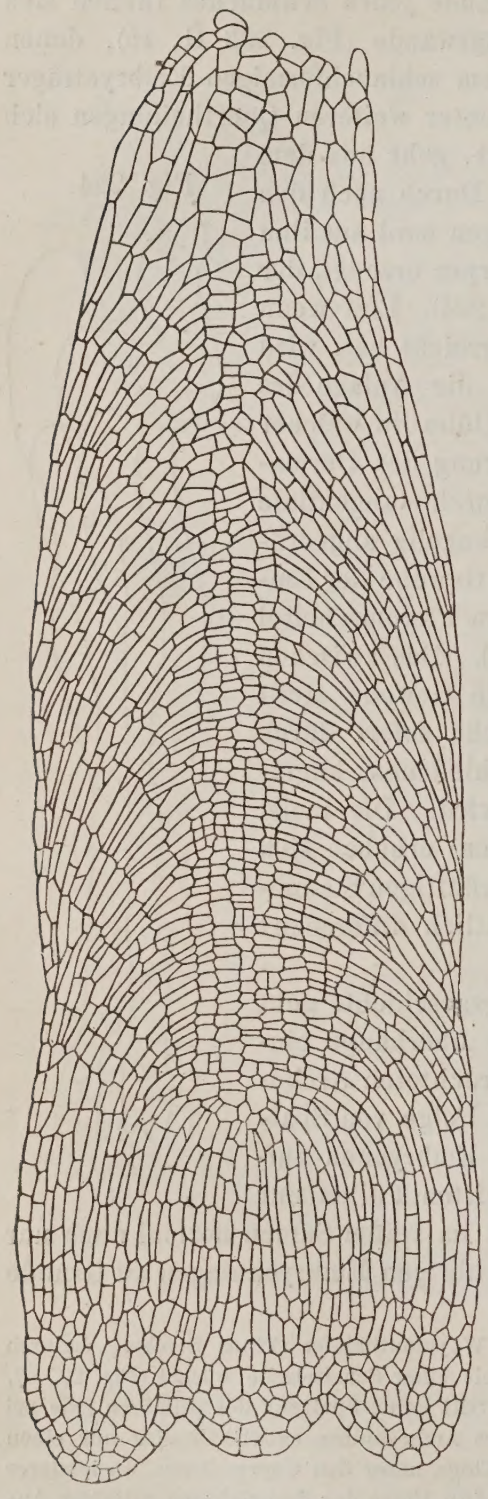
Aus der kurz gegebenen Entwickelungsgeschichte geht hervor, dass hier und bei den Coniferen überhaupt einmal schon in Folge der in Mehrzahl befruchteten Archegonien, dann im speciellen Falle noch in Folge von Spaltung der primären Anlage stets mehrere Embryonen auftreten, von denen jedoch in den allermeisten Fällen nur einer bald kräftiger heranwächst, so dass im reifen Samen normal auch nur ein Keimling gefunden wird, während die übrigen Embryoanlagen zu Grunde gehen. Vgl. weiter § 675.

655. Unter den übrigen Abietineen ist die Weymouthkiefer (Pinus Strobus) dadurch ausgezeichnet, dass der jugendliche Embryo mittels einer Scheitelzelle wächst (Fig. 223 *G*), die indessen später verschwindet. Bei der Fichte tritt keine Spaltung der primären (wie bei der Krummholzkiefer gebildeten) Anlage ein; jedes Archegonium entwickelt also nur einen Embryo und verhält sich in dieser Beziehung wie Thuja unter den Cupressineen. In letzterer Gattung strecken sich jedoch die Zellen der obersten Etage der dreistöckigen primären Anlage und bilden sammt der zweiten Etage den Embryoträger, während die untere zunächst un-

Fig. 224. Pinus Pumilio. Embryo, am Embryoträger hängend; Längsschnitt, nach Strasburger. Vergr. 100.

getheilt bleibende Etage insgesammt zum einzigen, anfänglich eine Scheitelzelle besitzenden Embryo wird. Die sich an Thuja schliessende nahe verwandte Gattung Juniperus dagegen zeigt nach geschehener Längstheilung der untersten Zellenetage auch eine Spaltung derselben und demnach wieder die Anlage von 4 Embryonen aus jedem Archegonium. Ein eigenthümliches Verhalten zeigen endlich die Embryonen von Cephalotaxus Fortunei und Araucaria brasiliensis, die nach neueren Untersuchungen ihren Stammscheitel im Inneren der Keimanlage differenziren, während die Zellen des ursprünglichen Keimscheitels inhaltarm und zuletzt abgestossen werden. Die Zahl der am Embryo zur Anlage gelangenden Keimblätter ist eine verschiedene. Sie beträgt für die Abietineen 3—15 (Fig. 226), für die meisten übrigen Coniferen 2, selten mehr (so bei Araucaria manchmal 3—4, Taxodium 6—9, Sequoia 2—6, Callitris 2—4, Thuja 3, Biota selten 3, Cupressus selten 3—4, Juniperus sehr selten 3).

Fig. 225.



656. Während der Ausbildung des Embryo wächst das Prothallium (Endosperm) kräftig fort und seine Zellen füllen sich mit Eiweissstoffen und Fett als Reservenahrung für die Keimpflanze. Der das Prothallium einschliessende Embryosack wächst gleichfalls mit, und so wird nach und nach das Knospenkerngewebe verdrängt, während sich das Integument in verschiedener Weise zur Samenschale ausbildet. Auch die Fruchtblätter erfahren durch weiteres Wachsthum Veränderungen in Form und Consistenz. Bei Juniperus werden sie fleischig, verwachsen mit einander und bilden so eine beerenartige, als Beerenzapfen unterschiedene Scheinfrucht. Bei der Mehrzahl der Cupressineen, bei den Taxodineen und Araucarieen verholzen die heranwachsenden und zusammenschliessenden, sich erst bei der Reife wieder von einander lösenden Fruchtblätter (Zapfenschuppen), während bei den Abietineen die Placenten allein mächtig heranwachsen, ihre Fruchtblätter an Grösse bedeutend übertreffen (Fig. 218) und verholzend den Zapfen bilden, dessen Schuppen sich erst nach Reife der Samen aus einander schlagen, um die Samen zu entlassen, oder einzeln sich von der Zapfenspindel ablösen (Tanne, Ceder). Die vielen Coniferen eigenthümlichen Samenflügel entstehen in zweifacher Weise. Bei den Cupressineen und Araucarieen werden sie von Auswüchsen der Samenknospe selbst gebildet (§§ 641, 642). Bei sämmtlichen Abietineen dagegen ist der Flügel ein Product der Placenta: es löst sich von derselben in ziemlich weitem Umfange die Epidermis sammt einer Anzahl (bei Larix 3) unter ihr liegender Schichten dünnwandig bleibender Zellen von den tieferen, ziemlich stark verdickten Zellen ab, die sich lostrennenden Schichten bleiben aber mit der Kante des Samens locker verbunden. Auf einem

Fig. 225. Pinus Pumilio. Embryo zur Zeit der beginnenden Differenzirung des Stammscheitels und der Cotyledonen. Längsschnitt, nach Strasburger; Vergr. 100.

ähnlichen Vorgange beruht auch die Ablösung des reifen Samens von der Placenta, resp. Zapfenschuppe.

657. Die in 32 Gattungen etwa 300 Arten enthaltende Classe der Nadelhölzer ist über die ganze Erde sowohl bis zur verticalen als zur horizontalen Grenze des Baumwuchses (Larix in Sibirien bis 72° n. Br.) verbreitet. Die meisten Arten gehören der nördlichen gemässigten Zone an, und manche derselben (Abietineen) tragen als waldbildende Bäume nicht unwesentlich zum Charakter grosser Vegetationsgebiete bei. Die tropischen Formen bewohnen vorzüglich die höheren Gebirge. In Europa und Nordamerika herrschen namentlich die überhaupt die grösste Zahl der Arten (112) vereinigenden Abietineen, in Asien neben diesen die Cupressineen und Taxaceen; Südamerika ist durch Araucarieen, Australien und Polynesien neben letzteren besonders durch Podocarpeen ausgezeichnet. Afrika ist der an Coniferen ärmste Erdtheil.

658. Die Classe lässt sich in die folgenden, im voraufgehenden Texte bereits zum Theil charakterisirten Ordnungen und Familien gliedern.

I. **Taxaceae.** Weibliche Blüthen keine oder in seltenen Fällen nur unvollkommene Zapfen bildend (§§ 640, 641).
1. Samenknospen frei auf dem Gipfel der Axe oder achsel- oder blattbürtig und meist aufrecht: Taxineae.
2. Samenkospen meist mit dem Fruchtblatte der ganzen Länge nach verwachsen, umgekehrt: Podocarpeae.

II. **Araucariaceae.** Weibliche Blüthen vollkommene Zapfen bildend (§§ 641—645).
1. Zapfenschuppen in abwechselnden 2- bis 4gliederigen Quirlen, die meist achselständigen Samenknospen aufrecht und frei: Cupressineae.
2. Zapfenschuppen spiralig.
A. Fruchtblätter ohne besonders auffällige Placenta, doch oft mit Ligula.
a. Samenknospen mehr oder weniger abwärts gerichtet bis aufrecht, frei: Taxodineae.
b. Samenknospen umgewendet, frei oder dem Fruchtblatte angewachsen: Araucarieae.
B. Fruchtblätter mit mächtiger, frei vom Grunde sich erhebender, die beiden umgewendeten und angewachsenen Samenknospen tragender Placenta, welche sich stärker als die Fruchtblätter entwickelt und verholzend die Zapfenschuppen bildet: Abietineae.

28. Ordnung. Taxaceae.

Zapfenbildung fehlend oder unvollkommen. Nur 1 Familie.

659. (Fam. 1.) Taxineae. Meist immergrüne ♄ oder ♅, zum Theil von ansehnlicher Höhe, mit manchmal wirtelig gestellten Hauptästen, sehr selten mit blattartig-flachen Zweigen und dann nur mit schuppigen Niederblättern. Blätter spiralig oder zweizeilig gerichtet, sehr selten an Kurztrieben büschelig, nadelförmig oder mehr oder minder verbreitert, selten gelappt. B diöcisch, sehr selten monöcisch, die ♂ meist einzeln, selten in ährigen oder doldigen Inflorescenzen (Cephalotaxus, Podocarpus-Arten), jede B aus zahlreichen Staubblättern gebildet, daher mehr oder weniger kätzchenförmig; Staubblätter am Ende verbreitert, manchmal schild- (Taxus) oder halb-schildförmig, mit 2—8 hängenden, fast kugeligen bis oblongen, mit Längsspalte sich öffnenden Pollensäcken. ♀ B nur aus je einer Samenknospe bestehend, keinen Zapfen bildend (Taxus) — oder die B aus nur wenigen, keinen Zapfen entwickelnden Fruchtblättern resp. Samenknospen gebildet (Podocarpus, Ginkgo) — oder selten die Fruchtblätter in grösserer Zahl zu einem Zäpfchen vereinigt (Microcachrys); Samenknospe aufrecht und frei (Unterfamilie der Taxeae) oder umgewendet (Unterfam. der Podocarpeae, Microcachrys mit freien, Podocarpus mit dem Fruchtblatte der Länge nach angewachsenen Samenknospen). Same meist mit Arillus, bisweilen (Podocarpus) auch die weibliche Blüthenaxe anschwellend und fleischig werdend.

Embryo mit 2 Keimblättern. Ueber die ganze Erde zerstreute Familie mit ca. 100 Arten. Fossile Arten im Tertiär. — Vgl. § 640.

660. **Taxus**: B diöcisch; Staubblätter gestielt, schildförmig, 5—8lappig, mit 5—8 Pollensäcken; ♀ B einzeln am Ende eines Kurztriebes (vgl. § 640); Same von einem hochrothen fleischigen Arillus eingeschlossen. Die Eibe (T. baccata L.), ♄ oder ♄ bis 10 m hoch, mit spiralig gestellten aber 2zeilig abstehenden linealischen, flachen, spitzen, oberseits glänzend dunkel-, unterseits hellgrünen Nadeln. Europa, Kleinasien, Armenien, Himalaya etc., in Deutschland nur selten und vereinzelt wild, doch oft in Gärten cultivirt. Holz zu Tischler- und Drechslerarbeiten geschätzt. Von der in der Tracht der Zweige ähnlichen Edeltanne unterscheidet sich die Eibe durch das Fehlen der 2 weissen Längsstreifen auf der Unterseite der zudem spitzen Nadeln. — **Ginkgo** biloba L. (Salisburia Sm.), in China u. Japan heimischer, bei uns oft in Gärten cultivirter ♄, bis 30 m hoch, mit lang gestielten, fächerförmigen, 2lappigen, fächerig genervten, einjährigen Laubblättern an büscheligen Kurztrieben; ♀ B vgl. § 640, Fig. 204, die ♂ in § 637; Samen steinfruchtartig. — **Podocarpus** (s. oben) zeigt bei manchen Arten stark verbreiterte bis eiförmige, gestreift-vielnervige Blätter. — **Phyllocladus** (Neuseeland, Tasmanien, Borneo) mit kleinen schuppenartigen Blättern und blattartigen Zweigen (§ 634).

29. Ordnung. Araucariaceae.

661. Nadelhölzer mit vollkommener Zapfenbildung, d. h. an der kurzen bis ziemlich verlängerten Axe der ♀ B stehen wirtelig oder spiralig 3 bis zahlreiche Fruchtblätter, welche in der Achsel oder auf ihrer unteren Hälfte und bisweilen (Abietineen) auf mächtiger und das Fruchtblatt zuletzt überragender Placenta 1 bis zahlreiche Samenknospen tragen. Die ganze ♀ B entwickelt sich zum Zapfen, dessen heranwachsende Fruchtblätter (bei den Abietineen die Placenten) anfänglich fest über den Samenknospen zusammenschliessen, zuletzt verholzen (selten fleischig werden) und endlich aus einander spreizen, um die reifen Samen zu entlassen. — Allgemeine Entwickelungsgeschichte der B vgl. §§ 641—645; Uebersicht der Familien § 658.

662. (Fam. 1.) Cupressineae. Immergrüne ♄ und ♄ mit decussirten oder in 3—4gliederigen Wirteln stehenden, meist schuppenförmigen und manchmal an flach gedrückten Zweigen zweigestaltigen, seltener nadelförmigen Blättern. Laubknospen nackt. B monöcisch, selten diöcisch, die ♂ mit decussirten oder zu 3 in Wirteln stehenden Staubblättern mit 3—6, selten nur 2 fast kugeligen bis oblongen, mit Längsspalt sich öffnenden Pollensäcken (Fig. 212). Pollen ohne Exineblasen. Samenknospen frei, aufrecht, zu 1 bis vielen in der Achsel der in 2—4gliederigen Quirlen stehenden Fruchtblätter (§ 641). Zapfenschuppen 3 bis zahlreich, decussirt oder in 3—4gliederigen Wirteln, bleibend, frei oder nur an der Basis oder vollständig verwachsend und im letzteren Falle einen fleischigen, nicht aufspringenden Beerenzapfen bildend. Samen häufig mit 1—3 von der Samenschale gebildeten, gleichen oder ungleichbreiten Flügeln, selten flügellos. Cotyledonen meist 2, selten 3 oder mehr (§ 655).

663. Von der mit ca. 75 Arten über die ganze Erde zerstreuten Familie sind auch etwa 40 zum Theil noch lebenden Gattungen (Juniperus, Callitris, Thuja) angehörende fossile Arten bekannt, von denen die meisten im Tertiär vorkommen. In Deutschland ist nur heimisch: **Juniperus** (Wachholder). Aromatische ♄ und ♄ mit diöcischen, selten monöcischen B und bei der Reife fleischig werdenden, vollständig unter sich verwachsenden und einen Beerenzapfen bildenden Fruchtblättern, nach deren Zahl und Stellung zwei Untergattungen unterschieden werden, nämlich Oxycedrus (Juniperus im engeren Sinne): Fruchtblätter (Zapfenschuppen) in 1—3 dreigliederigen Wirteln, von denen nur der oberste (resp. einzige) fruchtbar ist (§ 641; dem entsprechend die Nadeln auch in alternirenden 3zähligen Wirteln); Sabina: meist monö-

cisch, Fruchtblätter (Zapfenschuppen) in 2zähligen decussirten Wirteln, von denen der obere meist steril ist (§ 641; dem entsprechend die Nadeln mindestens an den schwächeren Zweigen auch in decussirten 2gliederigen Wirteln). J. communis L. (gemeiner W., Europa, Mittel- u. Nordasien, vorzüglich auf Haiden u. in Kieferwäldern) liefert die officinellen Wachholderbeeren (Fructus Juniperi — Bestandtheile: ätherisches Wachholderöl, Zucker), welche auch zur Bereitung des Wachholderbranntweins (Genèvre) dienen. J. Sabina L. (Sabina officinalis Garcke, Sade- oder Sevenbaum — Berg- und subalpine Region der Gebirge Central- u. Südeuropas, Nordasien u. Nordamerika) liefert die jüngeren Zweige als die officinellen Summitates Sabinae (Bestandtheile ätherisches Sabinaöl, giftig). Die verwandte J. virginiana L. und andere nordamerikanische Arten liefern das zu Bleistiftfassungen, Cigarrenkisten etc. verarbeitete sogenannte Cedernholz. — **Thuja** occidentalis L. (nordamerikanischer Lebensbaum) wie die folgende Art in Gärten cultivirt: Zweige zuletzt nur in einer Ebene verästelt, flach; Blätter in decussirten 2gliederigen Wirteln, den Zweigen angedrückt, schuppenförmig, die an den Zweigkanten stehenden gekielt, die flächenständigen flach, alle an der Spitze mit höckerförmiger Harzdrüse; Zapfen mit 6—12 lederigen Schuppen u. geflügelten Samen. — **Biota** orientalis Endl. (Thuja L., orientalischer Lebensbaum, China u. Japan), der voraufgehenden Art sehr ähnlich, aber die Blätter mit eingedrückt-linienförmiger Harzdrüse u. Zapfen mit 6—8 holzigen Schuppen u. ungeflügelten Samen. — **Cupressus** sempervirens L. (Cypresse, Südeuropa u. Orient, bei uns Zierbaum): Blätter schuppenförmig, 4reihig-dachziegelig; Zapfen mit 6—14 dick-schildförmigen, gestielten, holzigen Schuppen mit je meist zahlreichen, scharfkantigen oder schwach geflügelten Samen. — **Callitris** quadrivalvis Vent. (Nordafrika), den Lebensbäumen ähnlich (doch lockerer verzweigt, die Zapfen mit nur 2 Schuppenpaaren und sehr breit geflügelten Samen), liefert das früher auch officinelle, zu Firnissen u. zum Räuchern verwendete Sandarakharz (Resina Sandaraca).

664. (Fam. 2.) Taxodineae. ♄ und ♄. Staubblätter mit 2—5 (selten mehr) Pollensäcken. Fruchtblätter (u. Zapfenschuppen) spiralig gestellt, ohne besonders auffällige Placenta, aber bisweilen mit ligulartigem Auswuchse. Samenknospen frei, mit der Micropyle mehr oder weniger abwärts gerichtet bis aufrecht. Cotyledonen 2. — Vgl. § 642.

Fossile Arten in der Kreide und namentlich im Tertiär. Die lebenden Arten sämmtlich ausserdeutsch. Bemerkenswerthe Formen sind: **Taxodium** distichum Rich. (Sumpfcypresse; in Sümpfen und an Flussufern des östl. Nordamerika, bei uns in Gärten cultivirt; fossil im Tertiär). Bis 40 m hoher ♄, dessen mit kleinen, linealischen, spitzen, 2zeilig abstehenden Nadeln besetzte schwächere Zweige alljährlich im Herbste abgeworfen werden; die horizontal verlaufenden Wurzeln entwickeln bis 30 cm hohe kegelförmige, über den Boden vortretende Auswüchse. — **Sequoia** gigantea Torrey (Wellingtonia — Mammuthbaum, in der Sierra Nevada Californiens heimisch), wird durchschnittlich 250—320 Fuss (einzelne Stämme bis 450') hoch bei 10—20 (einzeln bis 30) Fuss unterem Stammdurchmesser. Wird wie die californische S. sempervirens Endl. bei uns als Zierbaum cultivirt. — **Sciadopitys** verticillata Sieb. et Zucc. (Schirmtanne; Japan) ist dadurch ausgezeichnet, dass die wie bei der Kiefer (Fig. 226 *c*, *d*) zu zweien an Kurztrieben entwickelten Nadeln zu einer „Doppelnadel" verwachsen; die Langtriebe besitzen nur Schuppenblätter.

665. (Fam. 3.) Araucarieae. ♄ mit zusammengedrückt-4seitigen oder flachen, oft sehr verbreiterten und vielnervigen, spiralig gestellten oder fast opponirten, manchmal zweigestaltigen Blättern. B meist diöcisch, die ♂ mit spiralig gestellten Staubblättern mit 5 bis zahlreichen, oft in 2 Gruppen gestellten schlauchförmigen Pollensäcken. Fruchtblätter der ♀ B spiralig gestellt, auf ihrer Innenfläche (ohne besonders ausgebildete Placenta) mit 1—3 umgewendeten, freien oder der ganzen Länge nach angewachsenen Samenknospen und oberhalb derselben häufig mit einem verschieden gestalteten Auswuchse (Ligula, § 642). Zapfen mit spiralig gestellten, dachziegelartigen, geflügelten oder flügellosen, zuletzt sich von der Spindel ablösenden Schuppen. Samen geflügelt (oft einseitig) oder flügellos. Embryo mit 2 oder 4 Cotyledonen; Keimung ober- oder unterirdisch.

666. Die durch die warmen u. tropischen Klimate weit zerstreute Familie enthält ca. 22 Arten in 2 Gattungen. **Araucaria:** Samen ungeflügelt, mit lederiger Schale. A. excelsa R.Br. (Insel Norfolk) mit zusammengedrückt-4kantigen, spitzen, einnervigen, Blättern und A. imbricata Pav. (südl. Chile) mit ei-lanzettlichen, spitzen, vielnervigen Blättern, beide mit sehr regelmässig verzweigter pyramidaler Krone, sind beliebte Zierbäume der Gewächshäuser. — **Dammara:** Samen geflügelt, mit häutiger Schale. D. alba Rumph. (D. orientalis Lamb. — Sundainseln, Molukken, Philippinen), ♄ von 30 m Höhe, mit fast 2zeilig abstehenden, länglich-lanzettlichen, stumpfen Blättern, liefert das officinelle und vorzüglich zu Firnissen verwendete Dammaraharz (Resina Dammara — Bestandtheile: Dammaryl, Dammarylsäurehydrat, Dammarylhalbhydrat). Von der verwandten Kaurifichte (D. australis Lamb., Neuseeland, östl. Neuholland) stammt der Kauri-Copal.

667. (Fam. 4.) **Abietineae.** Meist ansehnliche ♄, selten ♄, meist immergrün, mit wirtelig oder fast wirtelig gestellten Aesten, die eine gewöhnlich pyramidale, seltener ausgebreitete Krone bilden. Blätter linealisch (nadelförmig), meist starr und stachelspitzig, einzeln dicht gedrängt spiralig oder 2zeilig abstehend, oder auf Kurztrieben zu 2 bis 5 oder in noch grösserer Anzahl büschelig und die Büschel an ihrer Basis von einer Scheide häutiger, trockener, schuppiger Niederblätter umgeben (S. 383, Fig. 226 *c*, *d*). B monöcisch, die ♂ kätzchenförmig, einzeln axillär oder an einem Kurztriebe endständig, oder seitlich ährig oder kopfig gehäuft. Staubblätter zahlreich, spiralig stehend, an der Basis verschmälert oder fast gestielt, der obere Theil verschieden gestaltet (Fig. 203, 219 *a*), die Pollensäcke zu 2 auf der Unterseite. ♀ B zapfenförmig (Fig. 218 *a*), aus zahlreichen spiralig gestellten Fruchtblättern gebildet, welche auf einer ihrer äussersten Basis entspringenden, aber sonst freien, schuppenförmigen, fleischigen, zur Blüthezeit noch kleinen (Fig. 219 *b*) oder an Grösse das Carpellblatt bereits erreichenden (Fig. 217) oder übertreffenden Placenta am Grunde 2 mit der Micropyle abwärts gerichtete, der ganzen Länge nach angewachsene Samenknospen tragen. Fruchtzapfen verschieden gestaltet, im 2. oder 3., selten schon im 1. Jahre reifend. Zapfenschuppen von den nach der Blüthezeit sich mächtig entwickelnden Placenten allein gebildet oder die Fruchtblätter zur Zeit der Fruchtreife noch vorhanden; die zahlreichen, lederigen bis holzigen Schuppen an der Zapfenspindel bleibend, oder sich zuletzt einzeln von derselben ablösend, ihr oberer Rand entweder dünner (Fig. 219) oder zu einer oft stachelspitzigen oder genabelten Scheibe (Apophyse) verdickt (Fig. 218), die Basis der Innenseite durch die Samen oft grubig ausgehöhlt. Samen mit steiniger oder lederiger Schale, ungeflügelt oder von einem Flügel gesäumt, der sich als dünne, häutige Gewebeplatte von der Fruchtschuppe ablöst (§ 656). Embryo mit 3—15 linealischen, bei der Keimung über die Erde tretenden Cotyledonen (Fig. 226 *a*, *b*). — 112 vorzüglich in den gemässigten Regionen der nördlichen Hemisphäre heimische Arten, einige bis zur verticalen und horizontalen Baumgrenze gehend, manche von ihnen oft dichte und ausgedehnte aber öde Wälder bildend. — Entwickelungsgeschichte etc. vgl. §§ 638, 643, 645, 650, 652.

668. Sämmtliche Abietineen werden bald in der einzigen grossen Gattung Pinus L. vereinigt, bald aber auch in eine Anzahl kleinerer Gattungen getrennt, deren wesentliche Unterschiede die folgende Tabelle giebt. Der Leser mag dieselben beliebig als Gattungen oder auch nur als Sectionen von Pinus im weiteren Sinne betrachten.

I. Schuppen des meist im ersten, selten im zweiten oder dritten Jahre reifenden Zapfens dünn und breit, nach dem Rande zu verdünnt.

A. Blätter sämmtlich einzeln und spiralig stehend.

1. Blätter meist kammförmig-2zeilig ausgebreitet, flach, auf der Unterseite mit 2 weissen, von den Spaltöffnungen gebildeten Längsstreifen. Pollensäcke mit Querspalt aufspringend. Zapfenschuppen von der stehen bleibenden Zapfenspindel abfallend: **Abies** (Edeltannen).
2. Wie Abies, doch die Zapfenschuppen bleibend und der ganze Zapfen abfallend: **Tsuga** (Schirlingstannen).
3. Blätter meist allseitig vom Zweige abstehend, 4seitig, auf allen Flächen grün und mit Spaltöffnungen. Pollensäcke mit Längsspalt aufspringend. Zapfenschuppen bleibend: **Picea** (Fichten).

B. Blätter an Kurztrieben gebüschelt, an den sehr verlängerten Haupttrieben einzeln.

1. Blätter weich, einjährig. Zapfenschuppen bleibend: **Larix** (Lärchen).
2. Blätter starr, mehrjährig. Zapfenschuppen lange bleibend, aber nach dem Ausfallen der Samen doch von der Spindel sich lösend: **Cedrus** (Cedern).

II. Schuppen des im zweiten oder dritten Jahre reifenden Zapfens zu einer endständigen, schildförmigen, genabelten Scheibe (Apophyse) verdickt, meist sich nicht einzeln ablösend, sondern der ganze Zapfen abfallend. Blätter zu 2—6 (selten mehr) an Kurztrieben gebüschelt, mehrjährig, halbrund oder 3seitig: **Pinus** (Kiefern). Gliedert sich in folgende Untergattungen:

A. Apophyse halb-pyramidal, der Nabel in der Mitte des oberen Randes oder dicht vor demselben. Blätter meist zu 5, selten zu 4 oder 6.

1. Zapfen aufrecht oder abstehend, eiförmig, nach der Samenreife zerfallend: **Cembra** (Arven oder Zirbelkiefern).
2. Zapfen hängend, lang-walzig oder spindelförmig, ganz abfallend: **Strobus** (Weymouthskiefern).

B. Apophyse pyramidal, central oder nahezu central genabelt.

1. Blätter zu 3, 3seitig, selten an den Zweigspitzen zu 2 oder 4: **Taeda** (Weihrauchkiefern).
2. Blätter zu 2, halbrund, sehr selten an den Zweigspitzen zu 3 und dann flach 3seitig: **Pinaster** (echte Kiefern).

669. Wichtigere Arten sind:

Abies Lk. (Edeltannen). Blätter immergrün, spiralig, aber meist kammförmig-2zeilig abstehend, flach, kurz gestielt, nur schwach herablaufend, ohne besonders stark entwickelte Blattkissen, beim Abfallen rundliche Blattnarben zurücklassend, oberseits dunkelgrün, unterseits auf jeder Seite des Mittelnerven mit einem bläulichweissen, durch die hier stehenden Spaltöffnungen bedingten Längsstreifen. ♂ B achselständig, meist zu vielen in der Nähe der Zweigspitzen; Pollensäcke sich mit Querspalt öffnend (Fig. 219 *a*, S. 369), Pollen mit Exineblasen. ♀ B einzeln, aufrecht, mit stark entwickelten Fruchtblättern und kleinen Placenten (Fig. 219 *b*, *c*), die ersteren auch noch bei der Samenreife vorhanden und oft dann noch die Fruchtschuppe überragend. Placenten (Fruchtschuppen) bei der im ersten Jahre erfolgenden Reife des aufrechten Zapfens lederig, am Grunde nicht ausgehöhlt, sammt ihren Fruchtblättern (Deckschuppen) einzeln von der länger stehen bleibenden Zapfenspindel abfallend. Samen mit bleibendem, verhältnissmässig kurzem, breitem Flügel, der an der äusseren Seite der Basis gegen den Samen umgeschlagen ist. 18 Arten in den aussertropischen Klimaten der nördlichen Erdhälfte; vorzüglich Gebirgsbewohner. — A. alba Mill. (A. pectinata DC., A. excelsa Lk., Pinus Abies Duroi, P. pectinata Lam.; Edel-, Weiss- oder Silbertanne — Bergwälder des mittleren u. südl. Europa, Kaukasus). Nadeln kammförmig abstehend, an der Spitze ausgerandet; Zapfen walzig, 14—20 cm lang, ihre Fruchtblätter lineal-zungenförmig, plötzlich zugespitzt, mit dem zwischen den Placenten vorragenden Theile rückwärts umgebogen. Gebirgswälder des mittleren u. südl. Europa, Kaukasus. Liefert den strassburger Terpenthin (Terebinthina argentoratensis — Vogesen). — A. Nordmanniana Lk. (Krim, Kaukasus), der Edeltanne sehr nahe stehend, besitzt eiförmige Zapfen und an den jungen Trieben mehrreihig, an den älteren unregelmässig 2zeilig abstehende Nadeln. — A. Cephalonica Loud. (Griechenland) und A. Pinsapo Boiss. (Spanien, Nordafrika), unserer Edeltanne gleichfalls nahe verwandt, besitzen spitze Nadeln, die bei letzterer meist allseitig abstehen. — A. balsamea Mill. (östl. Nordamerika, bei uns in Gärten cultivirt), unterscheidet sich von der Edeltanne durch kürzere u. meist sichelförmig aufwärts gekrümmte Nadeln, kürzere Zapfen, nicht oder nur wenig zwischen den Zapfenschuppen vorragende Fruchtblätter etc.; liefert den Canadabalsam (Terebinthina canadensis).

670. **Tsuga** Endl. (Schierlingstannen). Von Abies durch bleibende, mit dem ganzen Zapfen abfallende Zapfenschuppen verschieden. — T. canadensis Carr. (Abies Mich., Pinus L.; Schierlingstanne — östl. Nordamerika) häufig in Gärten, der Edeltanne habituell ähnlich, doch verschieden durch kürzere u. stumpfe Nadeln (mit nur einem in der Mitte der Unterseite verlaufenden Harzgange), durch eiförmige, nur 2 cm lange, überhängende Zapfen etc.

Picea Lk. (Fichten, Rothtannen). Blätter immergrün, spiralig und allseitig abstehend, sitzend oder sehr kurz gestielt, 4seitig, auf allen Flächen gleichfarbig grün und mit Spaltöffnungen, auf frei vortretendem, am Grunde in eine erhabene Längsleiste übergehendem Blattkissen, beim Abfallen eine rautenförmige Narbe zurücklassend. ♂ B länglich-cylindrisch, in der Nähe der Zweigspitzen fast gegenständig; Pollensäcke mit Längsspalt aufspringend (Fig. 203, S. 352), Pollen (bei unseren Arten) mit Exineblasen. ♀ B einzeln endständig, die Fruchtblätter kleiner als ihre Placenten. Zapfen im ersten Jahre reifend, einzeln, hängend, nach dem Ausfliegen der Samen ganz abfallend, die lederigen, bleibenden Placenten (Zapfenschuppen) viel grösser als die Fruchtblätter. Samen mit langem, abgerundetem, leicht abfallendem Flügel. Ca. 12 Arten in den aussertropischen Klimaten der nördlichen Erdhälfte. — P. excelsa Lk. (Pinus Abies L., P. Picea Duroi, P. excelsa Lam., Abies excelsa DC.; Fichte, Roth- oder Pechtanne — nördl. und mittleres Europa, Nordasien). Nadeln kurz stachelspitzig, glänzend dunkelgrün, 12—27 mm lang; Zapfen 10—16 cm lang, walzig, gelbbraun. Die auffallende, zerstreut vorkommende var. viminalis (Schlangenfichte) zeichnet sich durch wenig oder nicht verzweigte, oft bedeutend verlängerte, schlangenartig gebogene Quirläste aus. — P. alba Lk. (Abies Mich., Weissfichte des östl. Nordamerika), durch stumpfe, graugrüne, 6—14 mm lange Nadeln und $2^1/_2$—4 cm lange, hellbraune Zapfen verschieden, als Parkbaum cultivirt.

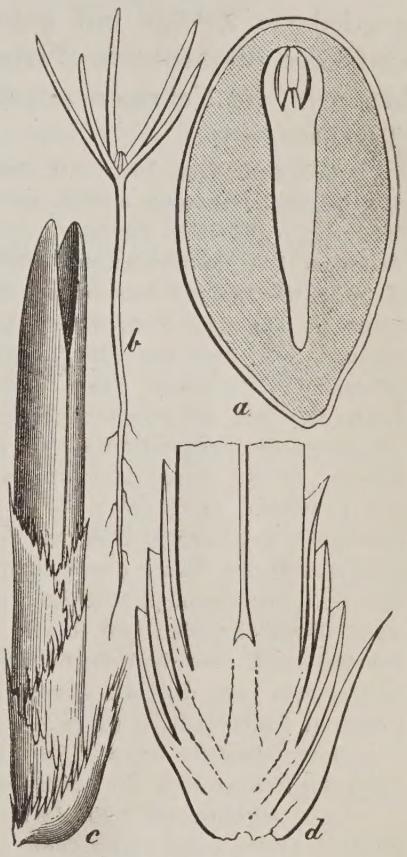
671. **Larix** Lk. (Lärchen). Blätter an der jungen Pflanze und den langestreckten Haupttrieben einzeln stehend, an den aus den Achselknospen jener Zweige entstehenden Kurztrieben dicht gebüschelt, alle weich, nicht überwinternd, abgeflacht 4- oder niedergedrückt 3kantig, auf den nicht vortretenden Blattkissen eine 3eckige oder fast rhombische Narbe zurücklassend. ♂ B einzeln an der Spitze von nur mit Niederblättern besetzten Kurztrieben der Langtriebe; Pollensäcke mit Längsspalt aufspringend, Pollen ohne Exineblasen. ♀ B (oft mit den ♂ an demselben Zweige) an der Spitze von Kurztrieben, am Grunde von Nieder- und Laubblättern umgeben. Zapfen im ersten Jahre reifend, ganz abfallend, die Fruchtblätter zur Reifezeit etwa von der halben Länge der lederig-holzigen, am Grunde ausgehöhlten Zapfenschuppen. 8 Arten in den gemässigten Klimaten der nördlichen Erdhälfte. — L. decidua Mill. (L. europaea DC., L. excelsa Lk., Pinus Larix L., Lärche, Lärchentanne — Wälder der Alpen u. Karpathen, sonst in gemischten Beständen als Waldbaum oder als Parkbaum cultivirt). Nadeln zu 30—40 (selten 60) gebüschelt, 22—38 mm lang; ♀ B mit purpurrothen Placenten; Zapfenschuppen mit flachem Rande. Liefert den venetianischen Terpenthin (Terebinthina veneta s. laricina — Bestandtheile: ätherisches Oel mit Harz u. Bitterstoff). — L. sibirica Ledeb. (nördl. Russland, Sibirien), der vorigen nahe verwandt, oft nur als Abart betrachtet.

Cedrus Endl. (Cedern). Von Larix verschieden durch die starren, mehrjährigen Nadeln und die nach Ausfallen der erst im 2. oder 3. Jahre reifenden Samen sich von der Spindel lösenden Zapfenschuppen. — C. Libani Barr. (Pinus Cedrus L., Libanonceder), auf dem Libanon, Taurus und Atlas heimischer, prächtiger Baum mit zu 30—40 gebüschelten, 15—35 mm langen Nadeln und eiförmigen, 8—10 cm langen Zapfen; häufig als Parkbaum besonders im Süden cultivirt. — C. Deodara Loud. (Himalayaceder), im Himalaya heimisch, als Parkbaum wie vorige cultivirt.

672. **Pinus** L. (part. — Kiefern).§ Die perennirenden, auf allen Flächen Spaltöffnungen tragenden Nadeln stehen büschelig zu 2—5 oder selten mehr an Kurztrieben, die Büschel am Grunde von häutigen, gefransten Niederblättern wie von einer Scheide umgeben (Fig. 226 *c*). ♂ B am Ende vorjähriger Triebe unter der später zum Triebe sich streckenden Endknospe büschelig zusammengedrängt, mit durch Längsspalt sich öffnenden Pollensäcken. Pollen mit Exineblasen (§ 638). ♀ B einzeln oder zu 2—3 oder mehr wirtelig (§ 644), die Placenten dick, fleischig und so gross oder grösser als die Fruchtblätter (Fig. 217, 218). Zapfen im 2. oder 3. Jahre reifend, zuletzt abstehend oder abwärts gebogen; Zapfenschuppen (Placenten) bleibend, dick-lederig bis holzig, gegen die Spitze mehr oder weniger zu einem scharf begrenzten, nach aussen gekehrten, rhombisch-pyramidalen oder halb-pyramidenförmigen, im Centrum oder in der Mitte des oberen Randes genabelten Schilde (der Apophyse) verdickt und auf der Innenfläche am Grunde durch die Samen grubig vertieft, der Nabel vertieft oder erhaben, bisweilen sogar schnabelartig vortretend (Fig. 218 *c*, *d*). Fruchtblätter zur Zeit der Samenreife mehrfach kürzer als die Zapfenschuppen, lederig, oft sehr undeutlich. Samen meist mit langem, schmalem

Flügel, selten kurz geflügelt oder flügellos. Ca. 70 Arten, die Mehrzahl derselben in den aussertropischen Gebieten der nördlichen Erdhälfte, nur wenige im tropischen Ostasien, Westindien und Centralamerika. Ueber die Untergattungen vgl. die Tabelle § 668. — P. silvestris L. (Gemeine Kiefer, Föhre — durch fast ganz Europa u. den grössten Theil Nordasiens). Nadeln zu 2, auf der convexen Rückenfläche dunkelgrün, auf der flachen Innenseite bläulichgrün; Borke in der Jugend leuchtend rothgelb, in papierdünnen Fetzen abschülfernd; Zapfen kurz gestielt, hängend, ei-kegelförmig, glanzlos, mit graugelben bis graubraunen, rhombischen, central oder nahezu central genabelten Apophysen. Abnormer Weise kommen Kurztriebe mit nur einer Nadel, ferner solche mit verwachsenen Doppelnadeln (wie bei Sciadopitys, § 664) vor. In anderen Fällen wächst der kleine Vegetationskegel zwischen dem Nadelpaare der Kurztriebe (Fig. 226 *d*) zu einem kleinen beblätterten Zweige aus, wenn der Baum von Thieren verbissen oder vom Kiefernmarkkäfer befallen wurde. — P. montana Mill. (P. Mughus Scop., P. Pumilio Hänke; Berg- oder Krummholzkiefer, Latsche, Legföhre — subalpine Region der Gebirge Mittel- und Südeuropas), selten kleiner ♄, meist niederliegender ♄ mit knieförmig aufsteigenden Aesten; Nadeln zu 2, beiderseits gleichfarbig; ♀ B violett, bläulich bereift; Zapfen meist sitzend und wagerecht abstehend, der Nabel der Apophyse matt grauweiss u. von schwärzlicher Linie umsäumt. — P. Laricio Poir. (P. austriaca Höss, Schwarzkiefer — Südeuropa, nordwärts bis zum Wiener Walde): Nadeln zu 2, gleichfarbig, 8—13 cm lang, steif; ♀ B röthlich; Zapfen kegelförmig, sitzend, gelbbraun. — P. Pinaster Sol. (P. maritima Poir., Seestrandskiefer, Igelföhre — Südeuropa, Algerien), von der Schwarzkiefer verschieden durch längere Nadeln, grössere u. zimmtbraune Zapfen etc. — P. halepensis Mill. (P. maritima Lamb., Aleppokiefer — Mittelmeerländer), von den beiden vorigen Arten verschieden durch dünne, zarte, 5—7 cm lange Nadeln und gestielte, hängende Zapfen. — P. Pinea L. (Pinie; Mittelmeerländer), von vorigen verschieden durch grosse, eiförmig-kugelige Zapfen und fast ungeflügelte, essbare Samen. — P. Taeda L. (Weihrauchkiefer — östl. Nordamerika, auf Sumpfboden), mit zu 3 stehenden, 12—20 cm langen Nadeln, schwärzlichen Schuppenblättern der Kurztriebe, 8—10 cm langen, eilänglichen, gelbbraunen Zapfen etc. — P. australis Michx. (P. palustris Mill.; östl. Nordamerika, aber auf trockenem Sandboden), mit zu 3 stehenden, 25—35 cm langen Nadeln, gelblichen Niederblättern u. 15—20 cm langen, walzig-kegelförmigen Zapfen. — P. Cembra L. (Arve, Zirbelnusskiefer — Alpen, Karpathen, Sibirien): Nadeln zu 5 stehend; Zapfen aufrecht bis horizontal, eiförmig, zuletzt zerfallend; Samen ungeflügelt, essbar. — P. Strobus L. (Weymouthkiefer — östl. Nordamerika): Nadeln zu 5; Zapfen hängend, walzig-spindelförmig, nicht zerfallend, mit geflügelten Samen. Häufiger Parkbaum.

Fig. 226.



673. Officinelle Producte von Pinus-Arten sind: Terpenthin (Terebinthina communis — Bestandtheile ätherisches Terpenthinöl mit Harzen: Abietsäure, Pimarsäure), hauptsächlich von P. Pinaster, P. Laricio u. P. australis; — Fichtenharz (Resina Pini — Bestandtheile Harze: Pinin-, Pimar- u. Abietsäure), von Pinus Pinaster u. Picea excelsa; — Colophonium (Geigenharz — Bestandtheil: in Abietsäure überführbares amorphes Harz), von P. australis, P. Taeda u. P. Pinaster. — Ausserdem liefern die Kiefern, Fichten und Tannen werthvolles Holz, durch verschiedene Behandlung ihres Harzes noch Pech, Theer etc., gehören daher zu den wichtigsten Waldbäumen.

Fig. 226. Pinus silvestris L. *a* Same im Längsschnitte, vergr. u. schematisirt. — *b* Keimpflanze, natürl. Gr. — *c* Kurztrieb (Nadelpaar), noch nicht völlig entwickelt und *d* untere Hälfte eines solchen im Längsschnitte, vergr.

Fossile Abietineen finden sich hauptsächlich im Tertiär (über 100 Arten), treten aber schon im Jura auf. Am wichtigsten ist Pinites succinifer Goeppert (Pityoxylon succiniferum Kraus), nebst einigen verwandten Arten der Bernsteinbaum des Tertiär, dessen fossiles, ehedem auch officinelles Harz der zu Schmucksachen, Cigarrenspitzen, Firnissen etc. verarbeitete Bernstein (Succinum — Bestandtheil: Bernsteinsäure) ist. Das bisweilen mit ihm vorkommende Mutterholz ist demjenigen unserer Fichten u. Kiefern nahe verwandt. Die Hauptmenge des Bernsteins wird im preussischen Samlande gegraben u. besonders aus dem die bernsteinführenden Schichten auswaschenden Meere gefischt.

X. Classe. Gnetaceae. (S. 356.)

30. Ordnung. Gnetaceae.

674. Die kleine Ordnung enthält harzfreie ♄ und ♄, welche auch im secundären Holze Gefässe führen, gegenständige oder gebüschelte, knotig gegliederte Zweige mit gegenständigen Blättern, 1- oder 2häusige B mit einfacher Blüthenhülle (Perigon) und am Keimling stets nur 2 Keimblätter besitzen. Im Uebrigen zeigen die 3 Gattungen eine auffallend verschiedene Tracht.

675. **Ephedra.** Diese mit etwa 18 Arten vorzüglich in den Mittelmeerländern und Amerika heimische Gattung enthält aufrechte oder schlingende, sehr verzweigte ♄ mit schachtelhalmartig gegliederten Zweigen, welche an den Knoten sehr kleine, häutige, zu einer meist 2zähnigen Scheide verwachsene Blättchen tragen. Von den gewöhnlich 2häusigen B treten die ♂ in achselständigen Aehren, die ♀ zu 2 am Ende besonderer kleiner Zweige auf. Erstere besitzen ein 2lappiges Perigon und einen axilen, filamentartigen Träger mit 2—8 gipfelständigen, sitzenden oder kurz gestielten, 2fächerigen, auf dem Scheitel jedes Faches mit Längsspalt sich öffnenden Pollensäcken, deren Pollen ein kleines einzelliges Prothallium abgliedert. Aus der engen Mündung des krugförmigen Perigons der ♀ B ragt der lange, röhrenförmige, meist schiefzungenförmig abgeschnittene Hals des einzigen Integumentes der geradläufigen Samenknospe hervor. In der Anlage des einzigen Embryosackes schliesst sich die Gattung den entsprechenden Coniferen an (§ 646); die 3—5 Archegonien seines Prothalliums besitzen einen durch Querwände gegliederten Hals und eine deutliche Bauchcanalzelle. Nach geschehener Befruchtung zerfällt der Eikern durch mehrmalige Zweitheilung in bis 8 Kerne, deren jeder um sich eine freie, membranumhüllte Zelle bildet. Jede dieser Zellen wächst zu einem die Archegonwand durchbohrenden und in das Prothallium eindringenden Schlauche aus, der an seinem Scheitel durch Querwand die Embryoanlage abgliedert. Auch bei Pinus und Juniperus kommt es bisweilen vor, dass die 4 normaler Weise im Grunde des Archegons lagernden Zellen der primären Embryoanlage (§§ 652—654) unter sich frei und in der Centralzelle zerstreut bleiben. Was dort Ausnahme ist, wird bei Ephedra zur Regel, und die bei Pinus bald eintretende Trennung der Zellenreihen der primären Anlage hilft den Uebergang weiter vermitteln.

676. **Gnetum** zählt 15—18 fast ausschliesslich dem tropischen Asien und Amerika angehörende Arten, meist schlingende, selten aufrechte ♄ oder ♄ mit grossen lederigen, gestielten, eiförmigen bis länglichen, fiedernervigen Blättern und rispenartigen Inflorescenzen, welche in den Achseln der decussirten, becherförmig verwachsenen Deckblätter je eine grössere Zahl (die ♂ zu 40—60) kleiner B tragen. Letztere sind wie bei Ephedra gebaut, die ♂ besitzen aber nur 2 einfächerige Pollensäcke, die ♀ eine Samenknospe mit 2 Integumenten.

677. **Welwitschia** mirabilis J. Hook., in den Sandwüsten der südlichen westafrikanischen Küste heimisch, zeigt unter den Gnetaceen das eigenthümlichste Aussehen. Ihr weichholziger (anomal gebauter) Stamm ist ein unverzweigter, umgekehrt-dick-kegelförmiger bis fast kugeliger, bis etwa 75 cm hoher und doppelt so viel im Umfange messender Körper, der abwärts plötzlich gegen die Pfahlwurzel absetzt und am Rande seines nur wenig aus dem Boden vorragenden, muldenförmig eingesenkten Scheitels die beiden einzigen nach den vergänglichen Keimblättern noch erscheinenden lederigen, dem Boden aufliegenden, lineal-zungenförmigen, aber später vielfach riemenförmig spaltenden, bis über 2 m langen Laubblätter trägt. Die 2häusigen B stehen einzeln in den Achseln grosser, hochrother Deckblätter, welche (dicht dachziegelig-vierzeilig gestellt) eiförmige, stumpf-vierkantige, 2 cm lange Zapfen bilden, die wieder zu grossen, gabelig-rispigen Gesammtblüthenständen geordnet sind. Die ♂ B besitzen ein Perigon aus 2 äusseren, schmalen, freien und 2 inneren, breiten und am Grunde verwachsenen Blättern,

6 am Grunde zu einer kurzen Röhre verwachsene Staubblätter mit je einem dicken Filamente und fast kugeliger, radiär-3fächeriger, auf dem Scheitel mit 3strahliger Spalte aufspringender Anthere und ausserdem noch eine rudimentäre (des Embryosackes entbehrende) centrale Samenknospe. Die ♀ B bestehen aus einem einfachen, dünnhäutigen, flaschenförmigen, zusammengedrückten und an den Kanten geflügelten Perigon, das eine geradläufige Samenknospe umschliesst. Das einzige Integument der letzteren ragt mit der langen und engen, kurz 2lappigen Micropyleröhre aus der engen Perigonmündung vor. In dem Prothallium des Embryosackes entwickeln sich 20—30 völlig einzellige Archegonien (ohne Hals und Canalzelle). Jedes derselben wächst schlauchförmig in das Gewebe des Knospenkernes nach oben, den Pollenschläuchen entgegen, die sich ihnen (unter Quellung der Archegoniummembran an der Berührungsstelle) seitlich anlegen und damit die Befruchtung vollziehen. Die primäre Embryonalanlage gleicht derjenigen der Abietineen; jedes Archegonium entwickelt nur einen Embryo, und eine Anlage wird schliesslich allein zum einzigen Keimlinge des Samens weiter gebildet.

5. Gruppe. Angiospermae. Bedecktsamige Blüthenpflanzen. (S. 168.)

678. Den auf die verschiedenartigste Entwickelung der Axe, auf die Stellung und mannigfachen Gestalten der Blätter und auf die tausendfach wechselnden Blüthenbildungen sich stützenden unendlichen Formenreichthum der Angiospermen im knappen Rahmen schildern zu sollen, darf für ein kurzes Lehrbuch nicht verlangt werden, um so mehr als die einzelnen Ordnungen und Familien Gelegenheit zu mancherlei speciellen Bemerkungen geben. Nur die für die Systematik so wichtige Morphologie der Blüthe und Frucht kann eingehendere Berücksichtigung finden; für das Uebrige müssen wenige Andeutungen mit Hinweis auf frühere Abschnitte genügen.

679. Die kleine Keimaxe des Embryo entwickelt sich entweder zum unbegrenzt wachsenden Stamme weiter, oder der aus dem Keime entstandene primäre Spross geht nach Erzeugung von sich kräftiger entwickelnden Seitensprossen zu Grunde und die letzteren erliegen unter öfteren gleichen Wiederholungen, von Generation zu Generation stärkere Sprosse mit grösseren Blättern und ausgiebigerer Bewurzelung erzeugend, demselben Schicksale, bis endlich jede folgende Sprossgeneration gleich kräftig ausgebildet wird. Dabei können mehrere oder viele Sprossgenerationen zu einem sympodialen Sprosssysteme verbunden bleiben (Polygonatum multiflorum, Anemone nemorosa); oder es geht jeder Muttersprosse nach Erzeugung des von ihm gleichzeitig bis zur kräftigen Ausbildung ernährten Tochter- oder Ersatzsprosses völlig zu Grunde (knollenbildende Orchideen und Aconiten, Colchicum).

680. Die Verzweigung der Axe ist bei der Mehrzahl der Angiospermen eine typisch monopodiale und axilläre (§ 47 u. f.). Gewöhnlich entsteht in jeder Blattachsel nur ein Seitenspross, doch kommen von den vielen Achselknospen durchaus nicht alle zur weiteren Entwickelung, namentlich bei den Monocotyledonen nicht, deren Stamm oft sogar typisch unverzweigt ist (Palmen). Bisweilen treten in der Blattachsel neben der Hauptknospe noch Beiknospen auf (§ 16), neben einander (collateral) oder über einander (serial). Bezüglich der Zeit des Auftretens der Achselsprosse im Verhältniss zu ihrem Tragblatt und der späteren örtlichen Beziehungen zu letzterem vgl. §§ 16 u. 17, über die mannigfaltigen Formen der Verzweigung in den Blüthenständen § 50, über Adventivsprosse die §§ 20 u. 21.

681. In der Gewebebildung der Angiospermen herrscht hinsichtlich der Mächtigkeit der einzelnen Gewebeformen der Axe, ihrer elementaren Zusammensetzung u. s. w. eine grosse Mannigfaltigkeit, bezüglich deren die Abschnitte S. 63—92 die nothwendigsten Aufschlüsse geben. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Classen der Mono- und Dicotyledonen liegt in der Beschaffenheit der Fibrovasalstränge. Bei den Monocotylen sind die in der Regel collateralen, auf dem Querschnitte zerstreut im Grundgewebe liegenden Gefässbündel geschlossene (§§ 151, 181). Daher fehlt auch den Monocotylen das den Axen der normalen Dicotyledonen und Gymnospermen charakteristische secundäre Dickenwachsthum, welches bei letzteren beiden Gruppen durch die den Holz- und Bastkörper trennende, in sich geschlossene Cambiumzone der offenen Fibrovasalmassen bewirkt wird und an unseren langlebigen Bäumen in genügend bekannter Weise hervortritt (§§ 151, 183 u. folg.), und wo wir bei einzelnen Monocotylen (baumartigen Liliaceen) ein nachträgliches Dickenwachsthum eintreten sehen, geht dieses nicht

von den primären Gefässbündeln aus, sondern es bildet sich ein Folgemeristem in der im § 182 angegebenen Weise. — Einige Andeutungen über den Verlauf der Blattspurstränge siehe im § 150, das Wesentlichste über Scheitelwachsthum der Axe in §§ 177 u. folg.

682. Die Wurzel des Keimlinges pflegt sich bei den allermeisten Dicotylen zu einer kräftigen, durch in acropetaler Folge entstehende Wurzelzweige, sowie durch Adventivwurzeln mehr oder minder reich verzweigten Haupt- oder Pfahlwurzel zu entwickeln, deren Wachsthum bei ausdauernden Formen (namentlich also unseren Holzgewächsen) eben so lange andauert, wie das des Stammes. Allerdings kommen auch hier Ausnahmen vor; so bei Trapa, bei welcher die schon der Anlage nach rudimentäre Keimwurzel nach der Keimung unentwickelt bleibt und aus dem hypocotylen Gliede entspringende Nebenwurzeln die Pflanze im Boden befestigen. In der Classe der Monocotylen dagegen ist es Regel, dass die Hauptwurzel des Keimlinges, selbst wenn sie sich anfangs kräftiger entwickelt, früher oder später abstirbt und durch aus der Axe hervortretende Nebenwurzeln ersetzt wird, die sich um so kräftiger ausbilden, je höher hinauf in der Axe sie zur Anlage gelangen. Einzelnen Monocotyledonen fehlen sogar die Wurzeln gänzlich und der schon im § 613 erwähnten Gattung Wolffia mögen hier noch die Orchideengattungen Coralliorrhiza und Epipogon zugefügt werden, bei denen das unterirdische Rhizom die Function der Wurzel übernimmt. Ueber die verschiedenen Typen des Scheitelwachsthums der Wurzeln vgl. § 192. Der den Gymnospermen eigenthümliche Bau der Wurzelspitze (§ 192 *f*) wird unter den Angiospermen an ruhenden Embryonen einiger Leguminosen (Lupinus-Arten, Mimosa pudica) beobachtet.

683. Die für die vegetativen Functionen der Pflanze wichtigen Laubblätter (§§ 25 u. folg.) bedingen durch Grösse und Zahl, zweckentsprechende Stellung zum Lichte, Anpassungen in der äusseren Form und im anatomischen Baue etc. nicht allein die ergiebigste Ausführung ihrer assimilirenden Thätigkeit, sondern im Vereine mit den verschiedenen Entwickelungsformen der Axe zugleich auch den Habitus der betreffenden Arten oder ganzer Gattungen und Familien, wobei namentlich von Dicotylen systematisch oft weit entfernt stehende Gruppen habituell wiederholt werden. Manche kleine Caryophyllaceen treten in der Physiognomie gewisser Laubmoose, Podostemaceen im Habitus von Lebermoosen auf; die Equiseten werden von den Casuarinen, Blattfarne von Umbelliferen, Nadelhölzer von Myrtaceen, Ericaceen und Diosmeen nachgeahmt und selbst Thallophytenformen finden ihre Vertreter unter den Podostemaceen und Lemnaceen.

684. Die Laubblätter der Monocotylen sind in der Regel einfach und ganzrandig, sehr häufig lang und schmal, linealisch oder bandartig. Verzweigungen sind bei ihnen selten und in manchen Fällen, wie bei den Palmen, nur scheinbar, da in der genannten Familie Zerreissung der Blattfläche der Grund der Fiederung oder der Lappenbildung gefächerter Blätter ist. Ein Blattstiel ist bei den Monocotylenblättern sehr häufig nicht vorhanden, gut entwickelt jedoch bei Palmen, Aroideen und einigen anderen Familien anzutreffen. Ebenso fehlen die Nebenblätter. Dafür ist die Blattscheide um so besser ausgebildet und meist ganz oder zum grössten Theile stengelumfassend. Unter den Blattstellungen der Monocotyledonen ist die quirlige die seltenste (Paris, Elodea, Convallaria verticillata etc.), während dieselbe unter den Dicotylen viel häufiger auftritt. In letzterer Classe sind die Blätter sehr häufig verzweigt und in vielen Fällen ist die Neigung zur Verzweigung wenigstens durch Zähne und ähnliche Vorsprünge des Randes angedeutet, die oft zugleich Nectarien sind. Der Blattstiel ist in der Regel mehr oder minder ausgebildet, seine Basis aber seltener breitscheidig, manchmal dafür jedoch am Stengel herablaufend, so dass letzterer geflügelt erscheint. Nebenblätter sind bei dicotylen Angiospermen häufig und functioniren namentlich als Schutzorgane der Blätter und Axenspitzen in der Knospe.

685. Die zahlreichen Nervationstypen der Angiospermenblätter lassen sich in zwei Haupttypen scheiden: in solche mit nur getrennt verlaufenden, frei endigenden Gefässbündeln ohne Anastomosen und in solche mit anastomosirenden Strängen. Der erste Typus findet sich bei vielen rudimentär bleibenden (Casuarina; rudimentäre Niederblätter) oder submersen Blättern (Myriophyllum, Ceratophyllum, Ranunculus sect. Batrachium, Elodea). Die Blätter mit anastomosirenden Gefässbündeln lassen sich wieder als streif- oder netzaderige unterscheiden. In den streifaderigen Blättern, welche mit seltenen Ausnahmen (die meisten Aroideen und einzelne Liliaceen; Dioscoreen, Taccaceen) den Monocotyledonen angehören, unter den Dicotylen sehr selten vorkommen (Eryngium junceum), laufen zahlreiche Fibrovasalstränge neben einander, die mittleren geradlinig bis zur Spitze, die seitlichen bogig um so stärker, je näher sie dem Rande liegen und je mehr dieser gekrümmt ist. Die meisten dieser Stränge legen sich

mit ihrem Ende dem nächst mittleren Strange bogig nach vorne gekrümmt an; ausserdem sind alle in ihrem ganzem Verlaufe durch zahlreiche kurze, dünne Queräste leiterartig unter einander verbunden. Laufen alle Adern in der angegebenen Weise von der Basis bis in die Spitze des Blattes, so ist letzteres längsstreifig geadert (die Mehrzahl, namentlich der schmalblätterigen Monocotylen); fiederstreifig dagegen ist es, wenn von den zahlreichen Bündeln einer stärkeren Mittelrippe eines nach dem anderen seitlich in die eine Blatthälfte austritt, zahlreiche, fiederig angeordnete Zweige in diese abgebend (Scitamineen). Netzaderige Blätter besitzen fast sämmtliche Dicotyledonen, selbst oft scheinbar „einnervige", wie z. B. Erica- und Passerina-Arten. Die in das Blatt tretenden Stränge verzweigen sich hier in verschiedenem Grade und ihre Zweige sind über die Gesammtfläche ausgebreitet, nach verschiedenen Seiten gerichtet und zu polygonalen oder bogigen Netzmaschen verbunden, in die von den Maschenseiten aus oft frei endende, einfache oder kurz verzweigte Aestchen eintreten und deren randständige Maschen mit den randsichtigen Seiten in flachen Blättern zu einem sympodialen, mit dem Blattrande parallel laufenden oder im Rande selbst gelegenen Strange vereinigt sind. Fiedernervige, hand- und schildförmig-genervte, dreinervige Blätter u. s. w. bedürfen als bekannte Unterformen keiner specielleren Erklärung.

686. Die Blüthe (vgl. §§ 614—619) sammt den aus ihr hervorgehenden Organen ist für die Systematik der Angiospermen von grösster Bedeutung. Sie ist auch in dieser Gruppe ein beblätterter Spross, doch mit einer meist weitgehenden Metamorphose der Glieder, wie sie bei der Mehrzahl der Gymnospermen nirgends auftritt, erst in der Classe der Gnetaceen (§ 674) zur Andeutung kommt. Sie ist ferner nur selten in der Weise terminal, dass bereits die aus der Keimaxe entwickelte Hauptaxe mit ihr abschliesst. In der Regel werden die Blüthen von Sprossen zweiter und höherer Generation entwickelt. Die Blüthenaxe trägt in der typisch ausgebildeten Blüthe die Geschlechtsorgane umschlossen von der Blüthenhülle (§ 614), welche sich oft wieder in zwei als Kelch und Krone unterschiedene Kreise gliedert, während die einfache Blüthenhülle gewöhnlich als Perigon bezeichnet wird.

687. Die gegenseitige Stellung dieser Blattformationen ist die bekannte der Art, dass auf den Kelch als äusserste oder unterste Formation die Krone folgt, die ihrerseits als dritte die Staubgefässe umschliesst, während die Fruchtblätter als Schlussgebilde das Centrum oder den höchsten Punkt der Blüthenaxe einnehmen, die damit ihr Wachsthum überhaupt einstellt, nur in den abnormen Ausnahmefällen der „durchwachsenen Blüthen" (§ 625) dasselbe beibehält. Dem entsprechend ist die Entwickelungsreihe eine der allgemeinen Regel folgende acropetale (centripetale), d. h. es werden Kelch oder Perigon zuerst, die Fruchtblätter zuletzt angelegt, und wenn jede dieser Formationen in mehreren Wirteln oder Spiralwindungen auftritt, so kommen auch diese in acropetaler Folge zur Anlage. Ausnahmen von diesem allgemeinen Gesetze sollen später (§§ 701, 702) angegeben werden.

688. Gewöhnlich ist die Blüthenaxe so verkürzt, dass die Blattformationen nicht allein unmittelbar über einander liegen, sondern auch in den meisten Fällen eine schon bei Anlage der Blüthe bemerkbare Verbreiterung der Axe stattfindet, um für die verschiedenen Blattgebilde den nöthigen Raum zu gewinnen. Es wird auf diese Weise ein sogenannter Blüthenboden (torus) geschaffen, der nicht selten schwach gewölbt oder scheibenförmig ist, selbst napf- oder krugförmig vertieft wird (Rose; § 24, Fig. 3). Es kommen jedoch auch Fälle vor, in denen einzelne Stücke der Blüthenaxe auffallend verlängert sind, so bei vielen Sileneen das Internodium zwischen Kelch und Krone, bei Passiflora dasjenige zwischen Krone und Staub-

gefässen, während bei Capparis der Fruchtknoten von einem langen, stielartigen Träger (Gynophorum) emporgehoben wird.

689. Die Glieder jeder Blattformation der Blüthe können völlig frei oder unter einander oder mit denen einer anderen Formation mehr oder weniger verwachsen sein. Das einzelne Glied ist in der Regel einfach, seltener verzweigt (Staubgefässe von Ricinus). In anderen Fällen kommt die als Verdoppelung (Dédoublement; § 40) bezeichnete Erscheinung zur Geltung oder es findet eine Vermehrung der Blüthenorgane durch Auftreten von Nebenblättern statt, wie bei den Kelchen der Dryadeen (Aussenkelch von Potentilla etc.), den Blumenblättern mancher Sapotaceen und den Staubgefässen von Ornithogalum, Lauraceen u. s. w. Abort und Ablast (§ 40) in ihren mannigfachen Uebergängen tragen gleichfalls häufig zum Formenwechsel der Blüthenbildungen bei; Abort und Ablast des Gynaeceums der einen, des Androeceums der anderen Blüthen sind z. B. in den meisten Fällen die Ursache der Diclinie (§ 614), welche bei den Angiospermen dem Hermaphroditismus gegenüber in der Minderzahl auftritt, während sie bei den Gymnospermen die Regel bildet.

Fig. 227.

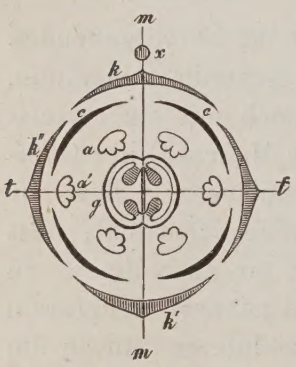


Fig. 228.

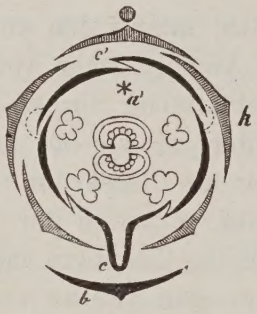


Fig. 229.

Fig. 230.

690. Zur Versinnlichung der gegenseitigen Stellungsverhältnisse der Glieder einer Blüthe dient am zweckmässigsten der schon in §§ 41—44 erläuterte Grundriss oder das Diagramm, bald mehr in schematischer Zeichnung nur mit Rücksicht auf Zahl und Stellung der Glieder, bald nach dem wirklichen Blüthenquerschnitte, also auch unter Berücksichtigung der Grösse, Deckung, etwaiger Verwachsung etc. der Organe, in beiden Fällen ferner entweder als empirisches oder theoretisches Diagramm. Als Zeichen für die verschiedenen Blattformationen werden die Bilder der ungefähren Querschnitte der betreffenden Glieder (bei den Staubgefässen der Antheren) verwendet, wobei die einander ähnlichen Zeichen des Kelches und der Krone zweckmässig noch durch den Ton zu unterscheiden sind (in den folgenden Diagrammen schraffirte Figur für Kelch, volle für Krone). Bogenverbindungen können etwaige Verwachsungen bezeichnen (in Fig. 229 diejenige der Staubgefässe) und endlich wird die Lage der Mutteraxe der Blüthe durch einen (in unseren Figuren schraffirten) Kreis angegeben (Fig. 227 *x*), werden Tragblatt (Fig. 228, 230: *b*) und etwaige Vorblätter (Fig. 230 *v*; 231 α und β) zur Vervollständigung und Orientirung eingetragen.

691. Fassen wir das Stellungsverhältniss der Seitenblüthen zu ihrer Abstammungsaxe ins Auge, so bezeichnen wir die durch Blüthenaxe und Mutteraxe gedachte Längsschnitt-Ebene als Mediane (Fig. 227 *mm*), eine in der Blüthe darauf senkrechte Ebene als Transversale (Laterale — Fig. 227 *tt*) der Blüthe. Oben oder hinten in der Blüthe liegen alle Glieder zwischen

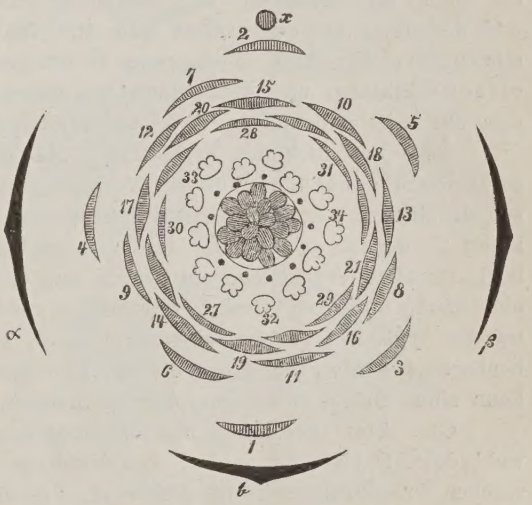
---

Fig. 227. Empirisches Diagramm der gewöhnlichen Cruciferenblüthe. — Fig. **228.** Diagramm von Linaria vulgaris. — Fig. **229.** Diagramm von Corydalis cava und **230** von Aesculus Hippocastanum, nach Eichler.

Transversale und Abstammungsaxe, vorne oder unten alle davon abgewendeten. Rechts liegen die rechts, links alle links von der Mediane befindlichen Glieder, wenn wir die Blüthe von vorne betrachten; es liegen ferner median hinten und vorne die durch den Medianschnitt (Fig. 227 *k' k*), lateral oder transversal rechts und links die durch den Transversalschnitt halbirten Glieder (Fig. 227 k'' a' g), und diagonal sind diejenigen gestellt, welche die rechten Winkel zwischen Mediane und Transversale halbiren (Fig. 227 *c, a*).

692. Blüthen, welche sich durch mindestens zwei Schnittebenen in spiegelbildlich gleiche Hälften theilen lassen, heissen actinomorphe (regelmässige, mehrfach symmetrische oder polysymmetrische) Blüthen und ihr Zeichen ist in den Beschreibungen ein * (Ranunculus, Rosa, Dianthus, Cruciferen; Fig. 227). Lässt sich eine Theilung in spiegelbildlich gleiche Hälften nur durch eine Schnittebene bewerkstelligen, so hat man es mit einer zygomorphen (einfach symmetrischen, monosymmetrischen) Blüthe zu thun (ihr Zeichen ist ↑), ist eine solche Theilung überhaupt nicht möglich, mit einer asymmetrischen Blüthe (Marantaceen, Valerianaceen). Die zygomorphe Blüthe ist in der Mehrzahl der Fälle median-zygomorph, d. h. die Symmetrie-Ebene fällt mit der Mediane zusammen (Fig. 228: Scrophulariaceen, Labiaten, Orchideen, Papilionaceen); doch kommen auch transversal- oder quer-zygomorphe Blüthen vor, in denen die Halbirungsebene mit der Transversale zusammenfällt (Fig. 229), sowie schräg-zygomorphe, bei denen die Halbirungsebene die Mediane unter schiefem Winkel schneidet (Fig. 230). Quer- und schräg-zygomorphe Blüthen werden bei ihrer Entfaltung oft durch entsprechende Drehung ihres Blüthenstieles median-zygomorph gestellt. Eine völlige Umkehr der Blüthe derart, dass die ursprünglich untere Hälfte bei der Entfaltung nach oben gekehrt ist, wird als Resupination bezeichnet (Lobeliaceen, Orchideen). Zygomorphie und Asymmetrie finden sich in der Regel nur bei Seitenblüthen. Die Gipfelblüthen pflegen derartigen Pflanzen zu fehlen, und kommen solche ausnahmsweise zur Entwickelung, so werden sie meist regelmässig und bilden die sogenannten Pelorien, die übrigens auch durch Metamorphose zygomorpher Seitenblüthen entstehen können und bei Labiaten und Scrophulariaceen keine seltene Erscheinung sind. Dass zygomorphe Blüthen, welche in ihrer Anlage oft actinomorph sind, meistens durch Vergrösserung, Gestaltveränderung, Fehlschlagen einzelner Glieder etc. während ihrer Ausbildung bedingt werden, lehrt die Entwickelungsgeschichte (vgl. § 700).

Fig. 231.



693. Die Glieder der Blattformationen einer Blüthe sind in der im § 40 bereits gegebenen Deutung entweder quirlig oder spiralig geordnet, so dass cyclische, acyclische und hemicyclische Blüthen unterschieden werden. Vollkommen acyclische Blüthen finden sich am seltensten (Fig. 231 u. Erklärung). Die Zahl der Quirle in cyclischen Blüthen schwankt zwischen 1 (Carex) und 15—16 (Aquilegia), ist aber für jeden Fall meist eine bestimmte. Häufig kommt auf jede der vier Hauptformationen der Blüthe je ein Wirtel (Cyclus). Oft hat aber der Kelch auch zwei und mehr Quirle (Menispermaceen, Berberideen) und besonders ist in viergliederigen Blüthen derselbe aus zwei decussirten zweizähligen Wirteln gebildet (Cruciferae Fig. 227). Blumenkronen, welche aus zwei oder mehr Quirlen bestehen, sind seltener (Fumariaceen, Papaveraceen; Fig. 228), häufig dagegen in zwei und mehr Wirtel gestellte Staubgefässe, wie wir sie bei Monocotylen (meist in zwei Wirteln), Aquilegia, vielen Lauraceen, Rosaceen etc. finden. Wo freie Carpellblätter in grösserer Anzahl vorhanden sind, stellen sich dieselben gewöhnlich spiralig;

Fig. 231. Calycanthus floridus. Blüthendiagramm nach Eichler. *α* und *β* Vorblätter, *b* das zur Blüthezeit nicht mehr vorhandene Tragblatt. Die ohne scharfe Grenze in einander übergehenden Kelch- und Kronblätter sind in der genetischen Reihenfolge mit 1—31, die ersten Staubgefässe mit 32—34 beziffert; die Punkte innerhalb der normalen Antherenquerschnitte bedeuten rudimentäre Staubgefässe und der Schlund des hagebuttenartigen Blüthenbodens ist durch den Kreis angedeutet, der die spiralig gestellten Fruchtblätter umgiebt.

doch begegnen wir Pistillen in zwei oder mehr Quirlen bei manchen Butomaceen und Alismaceen u. s. w. Die Zahl der Glieder innerhalb eines Wirtels wechselt, abgesehen von den durch Verzweigung hervorgerufenen Vervielfachungen, zwischen 2 bis etwa 30. Am häufigsten sind drei-, vier- und fünfzählige Quirle, die ersteren namentlich bei Monocotyledonen, vier- und fünfzählige sehr allgemein bei Dicotyledonen. Sind dabei sämmtliche Wirtel cyclischer Blüthen gleichzählig oder isomer, so sind die Blüthen eucyclische (isocyclische); sind die Quirle ungleichzählig oder heteromer, so kann man die Blüthen heterocyclische nennen, gleichgültig, ob die Heteromerie typisch ist, d. h. in ursprünglichen Zahlenverschiedenheiten ihren Grund hat, oder ob sie durch Verwachsung oder Dédoublement oder Abort aus der Isomerie hervorgegangen ist. Bei Dicotylen ist häufig das Pistill ein aus weniger Gliedern als die voraufgehenden Wirtel gebildeter, typisch heteromerer Quirl von Carpiden: es ist oligomer; doch findet sich bei Alismaceen, vielen Malvaceen u. s. w. auch eine Ueberzahl von Carpellen: das Pistill ist pleiomer. Ein typisch oligomeres Androeceum besitzen die Jasmineen und Oleaceen, ein pleiomeres manche Rosaceen; pleiomere Kronen kommen bei gewissen Jasmineen und Loganiaceen, pleiomere Kelche bei einigen Bolivariaceen, oligomere Kelche bei den meisten Portulaceen vor u. s. w. Viel häufiger sind die Fälle von Heteromerie der Blüthenkreise in Folge von Abort etc. (Kelch vieler Veronica-Arten, von Impatiens etc.; Krone von Polygala, vielen Labiaten; Staubgefässe bei Labiaten, Scrophulariaceen, Valerianaceen, Orchideen; Pistille von Valeriana, Viburnum). Manche Familien halten dabei an ihren typischen Zahlen mit grosser Zähigkeit fest (Compositae, Umbelliferen, Cruciferen), andere variiren sehr leicht, Blüthen mit hohen Wirtelzahlen leichter, als solche mit niedrigen, und oft genug treten derartige Schwankungen in den Blüthen einer und derselben Art oder selbst eines Individuums (z. B. bei Ruta) auf. Sind in einer Blüthe alle Quirle gleichzählig, so pflegen sie in der gewöhnlichen Weise zu alterniren (typisch eucyclische Blüthen) und Ausnahmen von dieser Regel lassen sich dann häufig dadurch erklären, dass ein zwischenliegender Wirtel unterdrückt ist.

694. Bezüglich der Vorblätter (§ 614) mag noch erwähnt werden, dass bei den Monocotyledonen gewöhnlich nur ein Vorblatt entwickelt wird, welches median hinten steht, mit seinem Rücken also der Abstammungsaxe zugekehrt oder „adossirt“ ist und dann zweikielig zu werden pflegt. Bei den meisten Dicotyledonen sind dagegen 2 ungleich oder gleich hoch inserirte Vorblätter, ein rechts und ein links stehendes, Regel, von denen jedoch das eine häufig unterdrückt wird, während in gewissen Fällen (Ranunculus aquatilis, R. auricomus) nur ein typisches Vorblatt anzunehmen ist, andererseits auch Monocotylen mit 2 Vorblättern beobachtet werden (bei Amaryllideen, Liliaceen). Verzweigung aus den Achseln der Vorblätter kann einen Blüthenstand complicirter machen.

695. Statt der Diagramme bedient man sich zur Erläuterung des Blüthenbaues auch wohl der Blüthenformeln, die allerdings weniger anschaulich, in vielen Fällen aber zur raschen Orientirung sehr nützlich sind. Für die einzelnen Blattformationen werden in solchen Formeln als Zeichen gebraucht: P = Perigon, K = Kelch, C = Krone, A = Androeceum, G = Gynaeceum. Eine Zahl hinter einem dieser Zeichen bedeutet die Anzahl der die betreffende Formation bildenden Glieder, K 4 also vier Kelchblätter in einem Wirtel, K 2 + 2 dagegen einen vierblätterigen, aus 2 zweigliederigen Wirteln wie in Fig. 227 gebildeten Kelch. Aehnlich bedeutet A 5 + 5 zehn Staubgefässe in zwei alternirenden Kreisen; dagegen zeigt A 0 + 5 an, dass der äussere Staubgefässkreis abortirt und nur der innere mit fünf Gliedern entwickelt ist. Zahlreiche Glieder werden durch ∞, Verwachsungen der Glieder eines Kreises durch ( ) ausgedrückt. Es heisst demnach C (5) eine verwachsenblätterige fünfzählige Blumenkrone, G (3) ein aus drei Fruchtblättern zusammengesetzter Fruchtknoten (wie in Fig. 230). Sind zwei verschiedene Blattformationen mit einander verwachsen, die fünf Staubgefässe z. B. einer verwachsenblätterigen Krone wie bei der Primel eingefügt, so kann man dieses [C (5), A 5] schreiben. Dédoublement z. B. der längeren Staubgefässe der Cruciferen (Fig. 227) lässt sich mit 2^2 bezeichnen, Verzweigung der Staubgefässe in eine unbestimmt grosse Anzahl von Fäden durch z. B. 5^∞. Die Stellung des oberständigen Fruchtknotens wird durch einen Strich unter der Carpellzahl, also z. B. durch G (3), die des unterständigen umgekehrt durch $\overline{G(3)}$ kenntlich gemacht, spiralige Stellung durch ein vorgesetztes $\curvearrowright$, diagonale Stellung durch ein vorgesetztes × angegeben. Der Leser wird also die Formel

$$K\,2 + 2,\ C \times 4,\ A\,2 + 2^2,\ \overline{G(2)}$$

leicht mit dem in Fig. 227 gegebenen Diagramme der Cruciferenblüthe identificiren. Die Formel:

P 3 + 3, A 3 + 3, $\underline{G(3)}$ entspricht dem Blüthenbau der normalen Liliaceen,

K 5, C 5, A 5, $\overline{G(2)}$ demjenigen der Umbelliferen,

K 5, C 5, A (5 + 4) + 1, G $\underline{1}$ demjenigen der meisten Papilionaceen, K $\curvearrowleft$ $^2/_5$ 5, C $\curvearrowleft$ $^3/_8$ 8, A $\curvearrowleft$ $^8/_{21}$ ∞, G $\curvearrowleft$ $\underline{3}$ dem Blüthenbaue von Aconitum, wobei der Bruch vor der Gliederzahl zugleich die Divergenz dieser Glieder angiebt, K $\curvearrowleft$ $^2/_5$ 5 also fünf Kelchblätter in $^2/_5$ Spiralstellung bedeutet etc.

Entwickelungsgeschichte der Blüthe.

696. Dass bei typischer Entwickelung die Blattformationen der Blüthe in acropetaler Folge auftreten, wurde schon früher bemerkt (§ 687). Demnach erscheinen zuerst die Kelchblätter in Gestalt flacher, meist halbmondförmiger Zellgewebshöcker, welche wie bei der Anlage der übrigen Organe vorzugsweise durch die Thätigkeit des Periblems der Blüthenaxe vorgewölbt werden (§ 191). Besteht der Kelch aus alternirenden Blattpaaren, so entstehen die Blätter jedes Paares gleichzeitig, die des unteren zuerst, etwas später diejenigen des oberen Paares. Auch bei 4 in einem Wirtel stehenden Kelchblättern kann ein ähnliches Verhalten eintreten, indem z. B. bei Epilobium die beiden transversalen Blätter deutlich früher als die medianen zur Anlage kommen. Ist dagegen der Kelch 3- oder 5blätterig, so pflegen seine Glieder in einer Spirale mit der Divergenz $^1/_3$ oder $^2/_5$ zu erscheinen, wie dies auf den jugendlichsten Entwickelungsstufen unverkennbar hervortritt (Fig. 233 A, k'—k''') und sich auch noch längere Zeit durch die ungleiche Grösse der ungleichalterigen Blätter geltend macht (Fig. 232 A, k'—k'''''' und B—E; Fig. 233 A—E). Es wachsen ferner (wie alle jugendlichen Blätter) auch die Kelchblätter auf ihrer Rücken- oder Aussenseite zunächst stärker als auf der Vorderseite; sie nehmen daher bald die charakteristisch muschel-

Fig. 232.

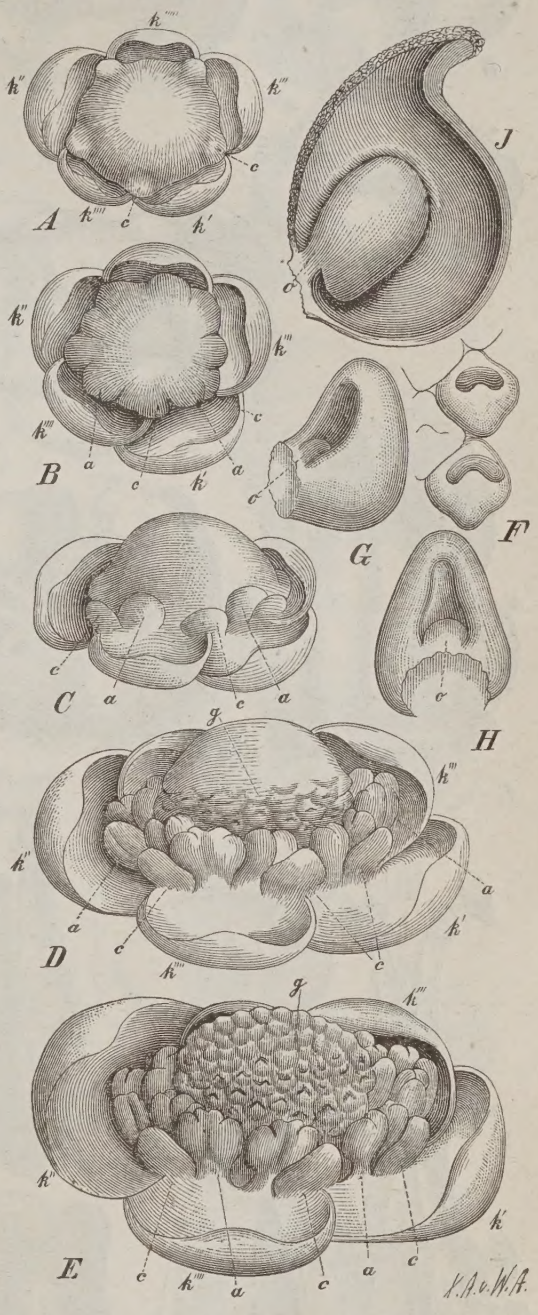
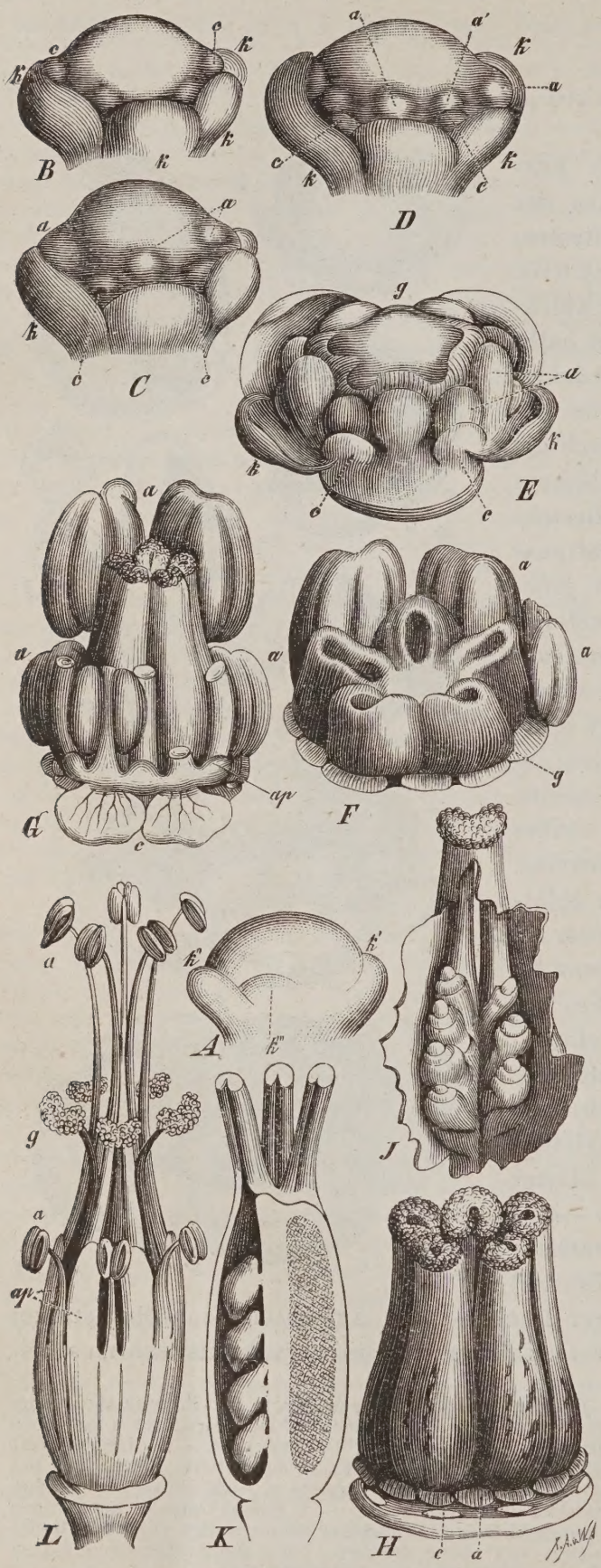


Fig. 232. Ranunculus trilobus. Blüthenentwickelung nach Payer; alle Figuren mehr oder weniger stark vergrössert. — A Junge Blüthe nach Anlage der fünf Blumenblätter *c* von oben gesehen, die Kelchblätter sind der Altersfolge nach mit k'—k'''''' bezeichnet. — B Junge Blüthe nach Anlage der fünf ersten Staubgefässe *a*. — C Die in Fig. B dargestellte Blüthe von der Seite gesehen. — D Blüthe mit den Anlagen der untersten Carpelle *g*. — E Blüthe, in welcher die Carpellbildung bis auf den Sprossscheitel vorgerückt ist. — F Einige Carpelle der vorigen Figur noch stärker vergrössert, von oben gesehen. — G Einzelnes schon weiter vorgeschrittenes Carpell von der Seite und H ein solches von vorne gesehen: bei *o* die Anlage der einzigen Samenknospe. — J Reifes Carpell mit Samenknospe *o* im Längsschnitte.

Fig. 233.

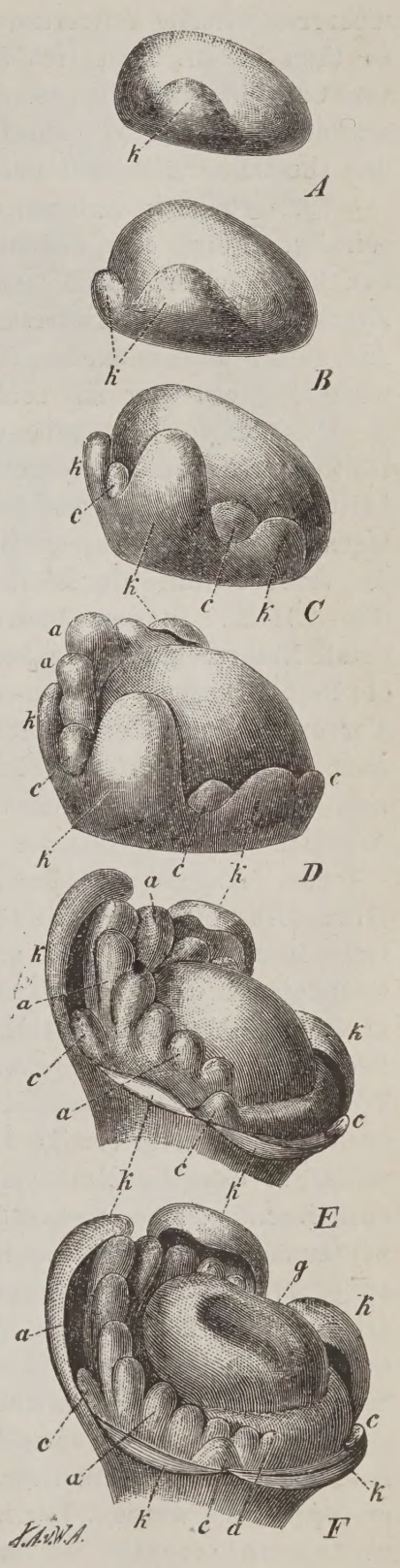


förmige Gestalt an (Fig. 232 A—E), welche sie im Vereine mit raschem Wachsthum befähigt, über dem Blüthenscheitel zur Knospenlage zusammen zu schliessen und die jüngeren Organe des letzteren zu schützen. Kürzere oder längere Zeit nach dem Auftreten des Kelches erscheinen in den hier zunächst allein zu betrachtenden getrenntblätterigen Blüthen die Kronblätter als meist halbkugelige Höcker, etwas höher als die Kelchblätter und mit diesen abwechselnd (Fig. 232 A, *c*; Fig. 233 B, *c*), in vielen Fällen ferner deutlich gleichzeitig, in anderen wenigstens in äusserst rascher

Fig. 233. Oxalis violacea. Blüthenentwickelung nach Payer; alle Figuren mehr oder weniger vergrössert. A Junge Blüthe mit den succedan auftretenden Anlagen der Kelchblätter *k*. — B Etwas weiter vorgeschrittene Blüthe mit den simultan auftretenden Blumenkronenblättern *c*. — C Anlage der fünf mit den Kronenblättern alternirenden Staubgefässe a. — D Blüthe, in welcher auch die vor den Kronenblättern stehenden Staubgefässe *a'* angelegt sind. — E Anlage der fünf Carpellblätter *g*. — F Das weiter entwickelte Gynaeceum: die übrigen Blüthentheile bis auf einige Staubgefässe entfernt. — G Weiter vorgeschrittener Entwickelungszustand: die drei vorderen längeren Staubgefässe sind sammt einem kürzeren vorderen und sämmtlichen Kelchblättern abgeschnitten worden, von den Blumenblättern blieben zwei stehen, an der Basis der kürzeren Staubgefässe zeigen sich die seitlichen Anhängsel *ap*. — H Weiter entwickeltes Gynaeceum. — J Einzelnes Fruchtblatt mit jungen Samenknospen, vom Rücken aufgeschnitten. — K Längsschnitt des Gynaeceums, das linke Fach geöffnet und mit Samenknospen, rechts eine Scheidewand, die Griffel bis auf die Basis fortgeschnitten. — L Androeceum und Gynaeceum einer fertigen Blüthe im Zusammenhange.

Folge. Entgegen dem Verhalten des Kelches bleiben die Kronblätter in ihrem Wachsthum meist lange Zeit zurück, so dass die Staubgefässe, oft sogar schon die Fruchtblätter weit entwickelt, manchmal bereits ihrer definitiven Ausbildung nahe vorgefunden werden, wenn die Kronblätter noch als verhältnissmässig winzige Schuppen in der Knospe verharren (Fig. 232 B—E; Fig. 233 A—E, G). Erst kurze Zeit vor dem Oeffnen der Blüthe holt dann die Krone in sehr kurzer Zeit das Versäumte nach, wie z. B. sehr schön an den grossen Blüthenknospen der Mohnarten (Papaver) zu beobachten ist. Bleibt hingegen der Kelch im Wachsthum zurück, und fällt in Folge dessen der Krone die Rolle des Schutzorganes für die Geschlechtsorgane zu, wie beim Weinstocke, den Compositen (Fig. 235) u. A., so eilt die Krone in der Entwickelung auffallend voraus und schliesst zur Knospe zusammen.

Fig. 234.



697. Der Krone folgen die Staubgefässe in Spiralstellung oder in einem oder mehreren Wirteln als halbkugelige Zellgewebshöcker, die zunächst keinerlei Differenzirung in Filament und Anthere zeigen (Fig. 232 B u. C, *a*; Fig. 233 C u. D, *a*); letztere wird erst später, meist erst, wenn die Staubgefässe die Krone schon überflügelt haben, dadurch angedeutet, dass der obere Theil des Staubgefässes zuerst keulig anschwillt und dann die den Pollensäcken entsprechenden Längswülste zeigt (Fig. 232 D u. E, *a*; Fig. 233 E—G, *a*). Selbst dann noch bleibt der Staubfaden im Verhältniss zur nun rascher sich ausbildenden Anthere gewöhnlich kurz, oft kaum angedeutet (Fig. 233 F und G, *a*).

Die Anlage des Pistilles tritt in ihrer typischen Form dort am klarsten hervor, wo ein einziges oder mehrere Pistille aus je nur einem Fruchtblatte gebildet zur Entwickelung kommen, wie letzteres z. B. bei Ranunculus der Fall ist. In dieser Gattung erscheinen die Fruchtblätter spiralig in acropetaler Folge als Höckerchen, die bald taschenförmige Gestalt annehmen (Fig. 232 D—H) und zum Fruchtknoten zusammenschliessen, indem ihre Seitenränder immer mehr nach vorne (Bauchseite) zusammenneigen und

Fig. 234. Entwickelung der Blüthe von Reseda odorata, nach Payer. *k* Kelchblätter, *c* Kronenblätter, *a* Staubgefässe, *g* Pistill. Altersfolge in der Reihe der Buchstaben A—F.

endlich hier verschmelzen. Bei dem ungleichen Alter der Carpelle einer und derselben Blüthe lässt sich hier die ganze Entwickelungsfolge mit Leichtigkeit studiren. Aber auch in jenen Familien, in denen wir es mit einem aus mehreren wirtelig auftretenden Fruchtblättern zusammengesetzten Gynaeceum zu thun haben, lässt sich die Anlage desselben aus der betreffenden Zahl von Carpiden und die gemeinsame Weiterbildung der letzteren nicht unschwer verfolgen, wie ein Blick auf die Figuren 233 E—H (*g*) zeigt (vgl. den speciellen Abschnitt über das Gynaeceum).

698. Fälle, in welchen die einzelnen Glieder einer Formation nicht in spiraliger Folge oder gleichzeitig im Wirtel angelegt werden, sind vorzüglich bei zygomorphen Blüthen bekannt. Bei den Resedaceen mit medianer Zygomorphie ist die Hinterseite der Blüthe in jeder Beziehung die geförderte. Auf dieser Seite entstehen die ersten Kelch- und Kronenblätter, deren Entwickelung von hier aus rechts und links nach vorne vorschreitet (Fig. 234 A—C). Von den Staubgefässen sind bei Reseda schon 8—10 aus der hinteren Hälfte der Knospe hervorgetreten, wenn die vordere Seite noch ohne Staubblattanlagen ist (Fig. 234 D und E), und ebenso zeigen die Fruchtblattanlagen dieselbe Reihenfolge des Erscheinens schon zu einer Zeit, in welcher die vordere Hälfte der Blüthenknospe sogar noch keine Staubgefässe besitzt (Fig. 234 F). In dem Auftreten der Blattformationen selbst wird die acropetale Reihenfolge eingehalten. Einen umgekehrten Entwickelungsgang zeigen die Papilionaceen, bei denen in den einzelnen Formationen die Glieder der Vorderseite zuerst erscheinen, also zuerst das median vordere Kelchblatt, dann je eines rechts und links, dann die zwei hinteren Kelchglieder, und noch bevor diese sichtbar werden, schon die beiden vorderen Kronblätter. Aehnlich verhalten sich die verwandten Caesalpiniaceen.

699. Als Beispiel der Entwickelung einer verwachsenblätterigen Blumenkrone sollen die Compositen erläutert werden (Fig. 235). Die einzelne Blüthenanlage wird auf der vorher glatten, als Receptaculum bezeichneten breiten Axenfläche des Blüthenköpfchens als ein zunächst ganz flach gewölbter Zellgewebshöcker sichtbar, der allmählich an Höhe und Breite zunimmt, bis er etwa Halbkugelform erreicht hat. Nun wird das Wachsthum des Gipfels ein langsameres; dafür aber erhebt sich eine hoch oben gelegene ringförmige Partie der jungen Blüthe in Gestalt eines Ringwalles, so dass die Blüthe mehr oder weniger becherartig vertieft wird, ehe noch irgend welche Organanlagen bemerkbar sind (Fig. 235 A, *fl*). Betrachten wir zunächst die regelmässigen sogenannten Röhrenblüthen, so sehen wir auf dem Rande dieses Axenbechers gleichzeitig 5 getrennte Höcker sich erheben (Fig. 235 B, C: *c*), die unter allmählicher Vergrösserung sich langsam nach innen krümmen und zuletzt knospenförmig zusammenschliessen. Sie sind die 5 Zipfel der röhrenförmigen Krone, die durch eine unter ihnen gelegene, intercalar wachsende und die Beschaffenheit der Krone annehmende Ringzone (ihre Insertionszone) der becherförmigen Blüthenaxe gemeinsam emporgehoben werden. Der in der Systematik gebräuchliche Ausdruck „verwachsenblätterig“ ist daher (auch für die übrigen Blüthenorgane) nur in diesem Sinne zu nehmen, nicht etwa so, als ob auch der „verwachsene“ Theil der Krone etc. aus ursprünglich freien, erst nachträglich seitlich unter

sich verschmolzenen Blattgebilden hervorgegangen sei. Bei gewissen Compositen (weibliche Blüthen von Broteroa), sowie bei Cucurbitaceen beginnt die Krone sogar als einheitlicher Ringwulst aufzutreten, auf dessen Rande erst ziemlich spät (bei Broteroa kurze Zeit vor Anlage der Fruchtblätter) die Kronzipfel sichtbar werden. — Hat die Krone eine gewisse

Fig. 235.

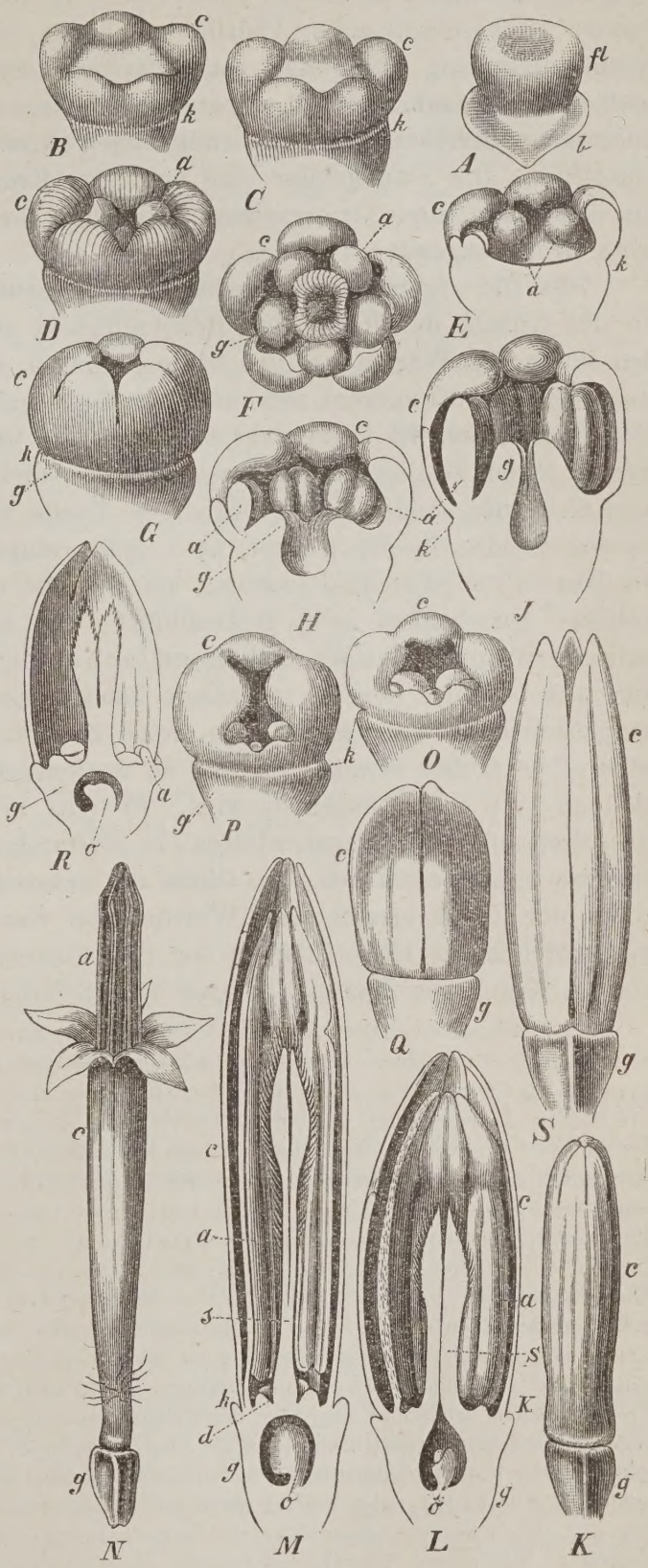


Fig. 235. Entwickelung der Blüthe von Heliopsis scabra, nach Payer. — A—N Röhrenblüthen: A Junge Blüthe vor Anlage der Corollenzipfel, mit ihrem Deckblatte. B Auftreten der Blumenkronenlappen und des Kelchrudimentes. C Etwas älteres Stadium kurz vor der Anlage der Staubgefässe. D Junge Blüthe mit den Staubgefässanlagen: die Kronenlappen biegen sich zur Knospenlage nach einwärts. E Ein Stadium wie D, doch die Blüthe halbirt, der Axenscheitel noch flach gewölbt und ohne Fruchtblattanlagen. F Blüthe mit den eben aufgetretenen beiden Carpellblättern; Scheitelansicht und die Kronenzipfel etwas zurückgebogen. G Eine Blüthe wie vorige, unverletzt. H Eine Blüthe wie F und G, doch der Länge nach halbirt, der Schnitt durch die Mediane der Fruchtblätter gehend; die Basis der Fruchtknotenhöhle liegt bereits unter dem Niveau des Kelches (vgl. Fig. E). J Längsdurchschnittene Blüthe wie vorige, doch das Gynaeceum noch weiter entwickelt. K Knospe von mittlerem Alter. L Weiter vorgeschrittene Knospe halbirt, der Fruchtknoten fast vollständig ausgebildet, seine Samenknospe bereits mit Integumentanlage. M Noch ältere Blüthe, fast reif zum Oeffnen. N Geöffnete Blüthe. — O bis S Entwickelung der Zungenblüthe: O Von den fünf Corollenlappen sind drei bereits stärker emporgehoben worden; im Innern der Blüthe sind die Anlagen der rudimentär bleibenden Staubgefässe sichtbar. P Etwas älteres und Q noch älteres Entwickelungsstadium der Zungenblüthe. R Eine Knospe wie Q der Länge nach halbirt. S Halbreife Zungenblüthe, geschlossen. — Alle Figuren mehr oder weniger vergrössert. *b* Bractee; *fl* Blüthenspross; *k* Kelchanlage; *a* Staubgefässe; *g* Pistill, resp. Fruchtknoten oder Griffelanlagen; *s* Griffel; *d* Discus; *o* Samenknospe.

Grösse erreicht, so treten mit ihren Zipfeln abwechselnd die 5 Staubgefässanlagen auf (Fig. 235 D, E: *a*), und im Centrum der vertieften Blüthenaxe erscheinen endlich die beiden Querwülste (Fig. 235 F, H und J: *g*), welche dem später zu beschreibenden Pistille angehören (vgl. § 729). Endlich werden verhältnissmässig kurze Zeit vor Entfaltung der Blüthe, Krone und Staubgefässe gemeinsam dadurch emporgehoben, dass die unter ihnen gelegene gemeinsame Insertionszone ringförmig emporwächst und sich dabei kronenartig ausbildet. Die Staubgefässe sind nun „der Krone eingefügt", beide Organe in demselben Sinne „verwachsen", wie dies oben für die verwachsenblätterige Krone angegeben wurde.

700. Die zygomorphen sogenannten Zungenblüthen der Compositen sind in der Anlage der Krone den Röhrenblüthen völlig gleich. Bald aber hört bei ihnen das Wachsthum der beiden inneren, dem Centrum des Köpfchens zugewendeten Kronzipfel auf und auch die Streckung des unter ihnen liegenden Ringstückes ist keine sehr beträchtliche, während die 3 äusseren Zipfel sammt ihrem gemeinsamen Tragstücke sich stärker entwickeln (Fig. 235 O, P) und sich zum bandförmigen, 3zähnigen Theile der Zungenblüthe verlängern, dessen Ränder in der Knospe nach innen eingebogen sind (Fig. 235 Q, S), so dass es den Anschein gewinnt, als entstehe die Zungenblüthe durch einseitiges Aufschlitzen einer Röhrenblüthe. In anderen Fällen (Taraxacum) erlischt frühzeitig das Wachsthum zwischen den beiden inneren Kronlappen und alle 5 Zipfel werden von einem bandförmigen Kronenstücke gemeinsam emporgehoben. Was endlich den Kelch betrifft, so gehören die Compositen, wie schon früher erwähnt (§ 696), zu denjenigen Pflanzen, bei denen seine Anlage erst spät bemerkbar wird. Er tritt in dieser Familie ferner nur ausnahmsweise (bei Monstrositäten) in blattartiger Ausbildung auf, sonst nur in Form eines schwachen, den Gipfel des unterständigen Fruchtknotens dicht unter der Krone umziehenden Wulstes oder Randes (Fig. 235 B, C, G, J: *k*), auf welchem in vielen Fällen der den Compositen zukommende Pappus als ein Kranz von Haaren, Borsten oder Schuppen entspringt.

701. Bei manchen Dicotyledonen (Convolvulaceen, Asperifoliaceen, Compositen) stehen die Staubgefässe in nur einem Wirtel, der mit den Krongliedern alternirt und dem sich das Gynaeceum bei Gleichzahl ebenfalls mit Alternation anschliesst. Man hat diese Stellung als Haplostemonie bezeichnet. In anderen Fällen stehen die Staubgefässe in 2 Wirteln, von denen der eine mit den Kelch-, der andere mit den Krontheilen abwechselt. In letzterem Falle steht gewöhnlich der äussere Staubblattwirtel (Kelchstaubfäden, episepale Staubgefässe) dem Kelche, der innere (Kronstaubfäden, epipetale St.) der Krone gegenüber, wie es die reguläre Alternation bei acropetaler Entwickelung mit sich bringt, bei welcher auch die Carpelle wieder über den Kelchgliedern stehen. Man spricht dann von Diplostemonie des Androeceums. In gewissen Familien (Ericaceen, Oxalideen, Geraniaceen etc.) dagegen bilden die Kronstaubfäden den äusseren, die Kelchstaubfäden den inneren Kreis und die Fruchtblätter stehen über den Krontheilen: es ist Obdiplostemonie vorhanden. Letzteres Verhältniss hat verschiedene Deutungen erfahren. Nach den einen Angaben wäre der Kreis der Kronstaubfäden der ältere, derjenige der Kelchstaubfäden der jüngere Wirtel und es wäre also dem gewöhnlichen Verhalten entgegen die Alternation eine von Hause aus gestörte. Nach den zahlreicheren Untersuchungen anderer Forscher dagegen treten die Kelchstaubfäden dem Gesetze der Alternation entsprechend auch zuerst auf (Fig. 233 C, *a*) und die Kronstaubfäden (Fig. 233 D, *a'*) werden später eingeschaltet (interponirte Staubgefässe), ohne dass die Anordnung der zuerst entstandenen Glieder gestört wird, selbst dort nicht, wo Kelch- und Kronstaubfäden unter Umständen nur einen einzigen Wirtel bilden (§ 40). Eine der Verspätung der Kelchstaubfäden obdiplostemoner Blüthen entsprechende Verzögerung in der Anlage

tiefer stehender Organe wird auch in gewissen anderen Fällen beobachtet. So tritt bei den Commelinaceen der innere Staubblattwirtel vor dem äusseren in die Erscheinung; bei Hypericum calycinum wird der Kelch erst nach Anlage des Androeceums sichtbar und bei den Umbelliferen, Stellaten und vielen Compositen jedenfalls später als die Krone, oft erst, wenn bereits die Fruchtblätter bemerkbar werden.

702. Ob in obdiplostemonen Blüthen die jüngeren Staubgefässe zwischen die älteren oder unterhalb derselben eingeschaltet werden, richtet sich offenbar darnach, wo auf dem noch wachsenden Blüthenboden der grösste Raum frei wird. Dass aber nach Aufhören des Scheitelwachsthums der Blüthenaxe eine intercalare Wachsthumszone sich bilden kann, welche das Auftreten jüngerer Blätter unterhalb bereits vorhandener älterer (also entgegen dem Gesetze der acropetalen Folge) möglich macht, zeigen in instructiver Weise Rosa, Potentilla und Rubus. In dem vergrösserten Längsschnitte der jungen Blüthen von Rosa alpina, wie er in Fig. 3A auf S. 11 dargestellt wurde, ist ausser dem Kelche und den kleinen Kronblatthöckern nur ein Staubblattwirtel vorhanden; das Centrum der Blüthenaxe tritt uns als flach gewölbte Scheibe entgegen, deren Rand in Folge intercalaren Wachsthums bereits einen niedrigen Ringwall bildet. Noch bevor die innersten Wirtel der zahlreichen Staubgefässe erscheinen, werden bereits die zahlreichen Carpelle (Fig. 3 B, *g*) in normal acropetaler Folge bemerkbar und dann erst zwischen ihnen und den bereits vorhandenen Staubgefässen die innersten Wirtel des Androeceums. Auch später noch findet ein beträchtliches intercalares Wachsthum der zwischen den Carpellen und dem innersten (untersten) Staubblattquirle gelegenen ringförmigen Axenzone statt, so dass Kelch, Krone und Staubgefässe emporgehoben werden, der Blüthenboden dagegen sich krugförmig zu dem zur Fruchtzeit als „Hagebutte" bezeichneten Gebilde vertieft (Fig. 3 C, D), das man fälschlich oft mit einer Kelchröhre verwechselt. Wir werden dieses die Blüthenhülle sammt dem Androeceum tragende Stück der Blüthenaxe künftig als Hypanthium bezeichnen und sehen, dass dasselbe in der Familie der Rosaceen in allen Graden der Ausbildung, vom krugförmigen (Rosa) oder lang röhrigen (Cercocarpus, Purshia) bis zum kurz schüsselförmigen Organe (Potentilla, Fragaria) vorhanden ist.

703. Eine sehr eigenthümliche Abweichung bezüglich der Anlage der Blumenkrone zeigen die Primulaceen (Primula, Lysimachia u. a.). Bei ihnen treten nach dem Kelche und mit dessen Gliedern wechselnd 5 Gewebehöcker auf, deren Scheiteltheile ohne Aenderung der Wachsthumsrichtung zu je einem der 5 Staubgefässe werden. Erst wenn die Anlage bereits eine ansehnliche Grösse erreicht hat, sprossen aus dem Grunde der Rückenseite derselben die 5 Kronlappen als Querwülste hervor. Die 5 erwähnten Höcker sind also die Primordien für Krone und Staubgefässe zugleich.

Nach diesen die allgemeine Entwickelungsgeschichte der Blüthe betreffenden Bemerkungen wenden wir uns der kurzen Betrachtung der einzelnen Blüthenorgane zu, soweit solche im Vorhergehenden noch keine Erledigung fanden (vgl. auch § 615 u. folg.).

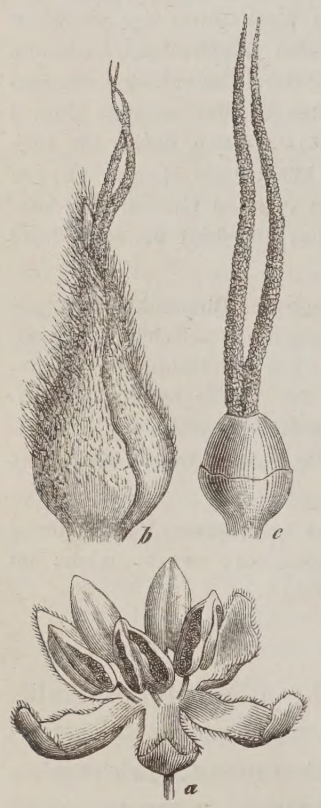
Die Blüthenhülle.

704. Die Blüthenhülle (Perianthium) hat nicht allein die Aufgabe, während des Knospenzustandes der Blüthe die Geschlechtsorgane zu schützen; sie spielt auch eine nicht unwichtige Rolle bei der Bestäubung zahlreicher Pflanzen, indem sie oft durch Ausscheidung zuckerhaltiger Secrete (siehe „Nectarien"), sowie durch Entwickelung vortheilhafter Färbungen die Insekten anlockt, letzteren aber auch in Folge bestimmter Formenausbildung bestimmte Körperstellungen beim Hervorholen des Nectars aufnöthigt, welche ein sicheres Mitnehmen des Pollens der einen und Abstreifen desselben auf die Narbe einer anderen Blüthe ermöglichen. In verhältnissmässig seltenen Fällen fehlt die Blüthenhülle und die Blüthe ist eine nackte (§ 614). Bei eingeschlechtigen Pflanzen ist bisweilen die Blüthenhülle der beiderlei Geschlechter, von manchmal eintretenden Grössenunterschieden ganz abgesehen, verschieden gestaltet. So ist sie bei der ♂ Blüthe des Hanfes verhältnissmässig gross und tief 5theilig, bei der ♀ auf ein niedriges, zarthäutiges Becherchen reducirt, so dass im letzteren Falle das kräftig ausgebildete

Deckblatt den Schutz übernimmt (Fig. 236). Gewöhnlich tritt jedoch auch bei den beiderlei Blüthen eingeschlechtiger Pflanzen die Blüthenhülle in derselben Form auf.

705. Sind die in 1 oder 2 Wirtel geordneten Blätter der Blüthenhülle von gleicher Textur, Farbe etc., so heisst sie Perigon (Betulaceen, Cupuliferen, Polygoneen, Cannabineen, Mehrzahl der Monocotyledonen etc.). Letzteres ist bald gross, ansehnlich und weiss oder bunt wie eine Blumenkrone (corollinisches P. — Lilium, Narcissus, Orchis), oder es gleicht durch unansehnlichere Gestalt und besonders grüne Färbung mehr dem Kelche anderer Blüthen (calycinisches P. — Juncaceen, Cannabineen, Cupuliferen). Vielfach ist aber die Blüthenhülle eine doppelte: ein unterer (äusserer) Kreis derberer, grüner und gewöhnlich kleinerer, mit breiter Basis sitzender Blätter kann als Kelch (calyx), ein oberer (innerer) aus zarteren und grösseren, weissen oder bunten, am Grunde meist verschmälerten, bisweilen sogar deutlich gestielten Blättern als Krone (corolla) unterschieden werden. Durchgreifend sind allerdings diese Unterschiede nicht immer. In spiralig gebauten Blüthen können Kelch und Krone allmählich in einander übergehen (Nymphaea, Camellia, Calycanthus; Fig. 231). Ist die Krone stark reducirt, oder sind ihre Blätter in Nectarien umgewandelt, so wird der Kelch nicht selten vollkommen kronenartig (corollinisch — Aconitum, Delphinium, Anemone); selbst bei weniger auffallendem Rückschritt in der Entwickelung der Krone kann dies der Fall sein (Aquilegia). Auch in einzelnen Familien der typisch kelchlosen Monocotylen ist der äussere Wirtel der Blüthenhülle kelchartig (calycinisch) ausgebildet (Hydrocharis, Marantaceae). Aehnlich wie in den genannten Fällen reducirter Kronen, kann eine bedeutende Reduction auch im Kelche eintreten. Dass letzterer bei den Compositen nur einen schmalen Wulst etc. darstellt, seine Pappusgebilde den Haupttheil ausmachen, wurde schon erwähnt (§ 700). Reduction des Kelches auf winzige Zähnchen finden wir bei vielen Umbelliferen und Rubiaceen, sehr rudimentäre Ausbildung eines Perigons bei Hippuris und den ♀ Blüthen der Corylaceen, Reduction des Perigons auf Borsten oder Haare bei vielen Cyperaceen.

Fig. 236.



706. Kelchblätter (sepala) wie Kronblätter (petala) können bis zu ihrer Insertionsstelle an der Blüthenaxe völlig frei sein (freiblätteriger Kelch und freibl. Krone); oder die Blätter jedes Kreises sind unter sich mehr oder minder hoch in dem im § 699 angegebenen Sinne verwachsen (verwachsenblätteriger Kelch, verwachsenbl. Krone). Auch solche Fälle kommen vor, in denen z. B. je 2 und 2 Kronblätter mit einander

Fig. 236. Cannabis sativa. *a* Männliche Blüthe. *b* Weibliche B mit und *c* ohne Deckblatt. Vergrössert.

verwachsen, das fünfte frei bleibt (Impatiens). Andererseits findet bei einfacher Blüthenhülle bisweilen eine Verwachsung (gemeinsames Emportragen) zweier frei angelegter Perigonwirtel in demselben Sinne statt, wie die im § 699 angegebene „Verwachsung" von Krone und Staubgefässen der Compositen (Hyacinthus). Nicht selten treten in einer Blumenkrone auf der Innenfläche dort, wo der schmälere oder stielartige Theil des Blumenblattes (der Nagel) in die Spreite übergeht, Ligulargebilde auf, die in ihrer Gesammtheit als Nebenkrone (paracorolla) bezeichnet werden und die sich bezüglich des Getrenntbleibens oder Verwachsens wie ihre Krone zu verhalten pflegen. Eine aus getrennten Ligulargebilden bestehende Nebenkrone finden wir also z. B. bei Lychnis und anderen Sileneen (Fig. 237), während Narcissus eine oft mächtig entwickelte verwachsenblätterige Neben-

Fig. 237.

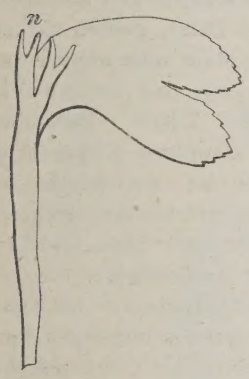


Fig. 238.

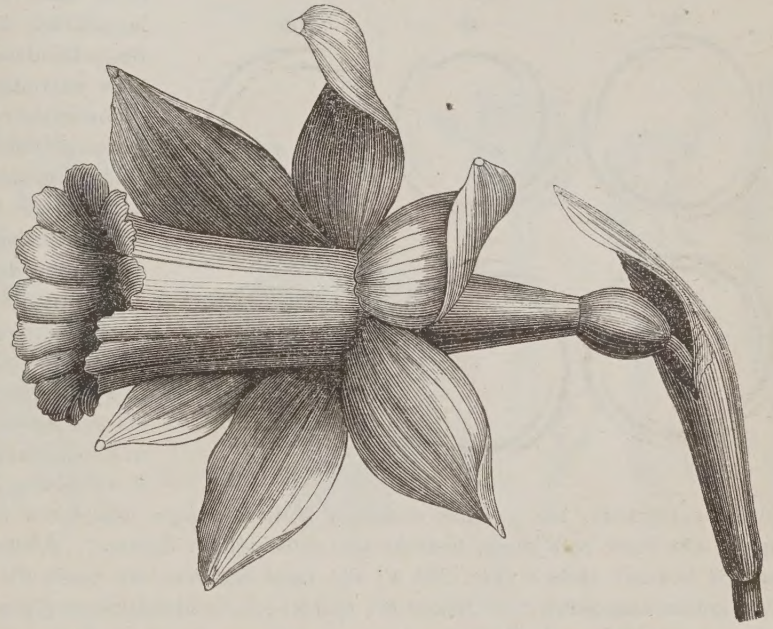
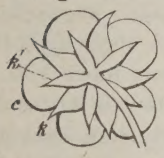


Fig. 239.



krone zeigt (Fig. 238). Bei den Blüthen von Potentilla, Fragaria und verwandten Pflanzen sehen wir unter dem Kelche noch ein kleineres, ähnliches Gebilde, gewissermaassen einen zweiten Kelch, den Aussenkelch (calyculus, Fig. 239). Derselbe entsteht hier aus den paarweise verwachsenen, häufig mehr oder minder tief gespaltenen Nebenblättern der Kelchblätter, ist also ein wirklicher Kelchtheil. Bei den einen Aussenkelch besitzenden Malvaceen (Hibiscus, Malva etc.) dagegen wird derselbe aus subfloralen Hochblättern gebildet. Hochblätter gehen auch in anderen Fällen den Blüthenhüllen voraus, so bei den Nelken, bei Pulsatilla, Eranthis u. s. w., bei denen sie gewöhnlich schlechthin als Hülle oder Involucrum bezeichnet werden.

Fig. 237. Blumenblatt einer Lychnis, vergrössert; *n* Ligula.

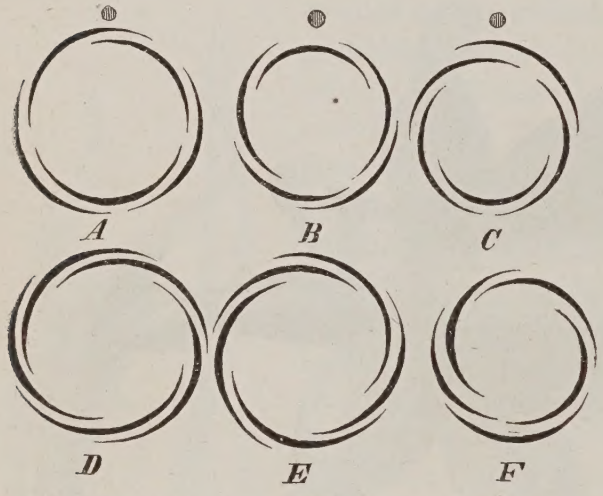
Fig. 238. Narcissus Pseudonarcissus, Blüthe in natürl. Gr.

Fig. 239. Fragaria vesca; Blüthe von der Rückseite gesehen. *k* Kelch, *k* Aussenkelch, *c* Krone.

707. Die Dauer der Blüthenhüllen ist eine sehr verschieden lange. Gewöhnlich werden sie nach Erfüllung ihrer Function und noch vor weiterer Ausbildung der Frucht abgeworfen; es kann der Kelch sogar schon beim Oeffnen der Blüthe in Folge seiner Formenverhältnisse in Fetzen zerrissen (Bombax Ceiba) oder sein oberer Theil als geschlossene Kappe abgeworfen werden (Eucalyptus), und beim Weinstock lösen sich die an ihrer Spitze mützenartig zusammenhängenden Kronblätter schon beim Aufblühen an der Basis von der Blüthenaxe los, um bald abzufallen. Manchmal hat jedoch besonders der Kelch, weniger oft die allerdings dann vertrocknende Krone (Trifolium) eine lange Dauer. So sehen wir den Kelch in vielen Fällen noch zur Zeit der Fruchtreife vorhanden (Erdbeere, Himbeere, Apfel); es vergrössert sich derselbe bisweilen sogar noch nach der Blüthezeit, so dass er z. B. bei Cucubalus und Physalis als weite, bauchige Hülle die reife Frucht umgiebt; oder das Perigon wird nach der Blüthezeit fleischig und saftig und gestaltet dadurch die Frucht zu einer Scheinbeere (manche Laurineen). Dergleichen Besonderheiten werden in den einzelnen Familien zur Sprache kommen.

708. Ein für die Systematik oft sehr wichtiger Punkt ist die Knospenlage (aestivatio, praefloratio) der Blüthenhüllblätter. Berühren sich letztere in der Knospe gar nicht, so ist die Knospenlage eine offene (Krone von Rhamnus, Comarum). Stossen die benachbarten Blätter nur mit den Rändern zusammen, so redet man von klappiger Knospenlage (Kelch bei Tilia), greifen sie mit ihren Rändern mehr oder minder weit über einander, so sind sie dachig (Kronblätter bei Tilia). Besondere Formen der klappigen Knospenlage sind dann noch die induplicativ-klappige, bei welcher die berührenden Blattränder nach innen (wie bei der Krone der Ampelideen), die reduplicativ-klappige, bei welcher sie nach aussen umgebogen sind (Kelch von Comarum). Unter den dachigen Knospenlagen unterscheidet man als besondere Formen die quincuncial-dachige, welche der häufigen $^2/_5$-Stellung spiralig angeordneter Blätter entspricht, bei welcher demnach 2 Blätter ganz unbedeckt von den übrigen Blättern aussen, ein Blatt halb innen bedeckt und halb aussen deckend, 2 Blätter ganz innen von den übrigen bedeckt stehen (Fig. 240 A; die Lage der Axe ist durch die schraffirten Kreise über den Figuren angegeben); — ferner die cochleare, in 5zähligen Kronen verbreitete Deckungsweise, bei welcher ein Blatt ganz aussen, eines ganz innen liegt, die übrigen 3 Blätter halb gedeckt werden, und die dann wieder aufsteigend ist, wenn sich die Blätter von unten nach oben (vorne nach hinten, Fig. 240 B — die meisten Rhinanthaceen), absteigend dagegen, wenn sie sich von oben nach unten (hinten nach vorne) decken, wie die Krone bei Viola, den Papilionaceen, Labiaten etc. Fig. 240 C). Selten ist diejenige Form der cochlearen Knospenlage, bei welcher das ganz äussere Blatt zunächst dem ganz inneren sich befindet (Fig. 240 F). Die gedrehte Knospenlage endlich beruht darauf, dass die einander deckenden Blätter nach derselben Richtung gedreht sind, rechts-gedreht, wenn (von aussen betrachtet) die rechts liegenden Ränder überall die deckenden sind (Fig. 240 E), links-gedreht, wenn umgekehrt die linken Ränder decken (Fig. 240 D; Malvaceen, Linaceen, Gentianaceen).

Fig. 240.



Das Androeceum.

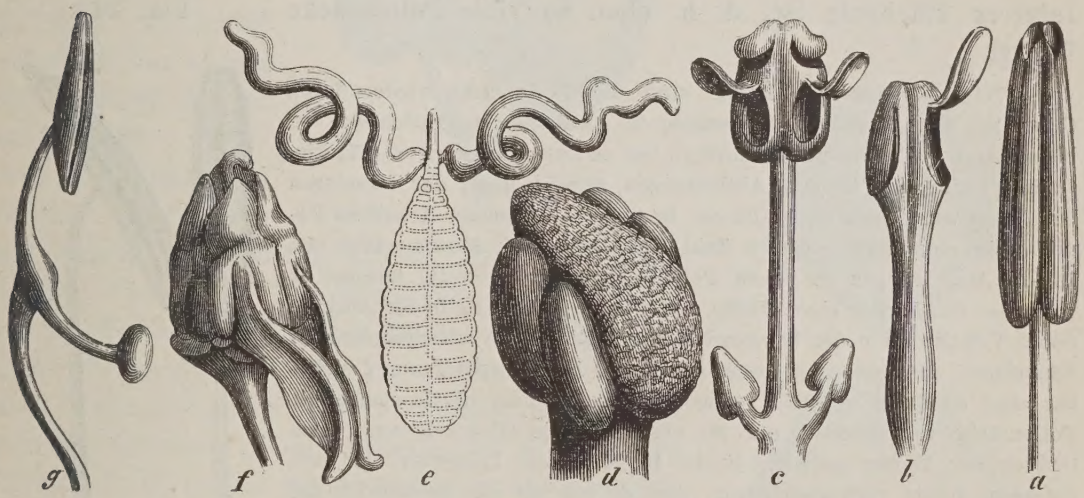
709. Als Androeceum wurde im § 614 die Gesammtheit der Staubgefässe einer Blüthe bezeichnet und im § 615 sind die wichtigsten Verhältnisse der Staubblätter bereits kurz erläutert worden. Form und Grösse der Haupttheile eines Staubblattes unterliegen vielerlei in der Systematik zu

---

Fig. 240. Knospenlagen. Vgl. § 708.

berücksichtigenden Schwankungen. Das Filament kann so sehr verkürzt sein, dass die Anthere sitzend oder fast sitzend wird (Fig. 241 *f*). Es kann fadenförmig ausgebildet (Fig. 241 *a*) oder im unteren Theile (Delphinium) oder der ganzen Länge nach blattartig verbreitert werden (Fig. 241 *e*), continuirlich in das Connectiv verlaufen oder gegen das letztere abgegliedert sein, so dass die Anthere auf dem Filamente beweglich (drehbar oder schaukelnd: Lilium, Amaryllis, Salvia; Fig. 242) wird, wobei die Lage der Einfügungsstelle des Filamentes an der Anthere (ob Basis, Mitte oder Scheitel) bemerkenswerth ist. Es besitzt ferner bisweilen nebenblattartige Anhängsel (Allium) oder gestielte Drüsen (Fig. 241 *c*), dornartige Fortsätze (Crambe, Mahonia) oder Ligulargebilde auf der Vorderseite (Alyssum montanum) u. s. w. Für die Formenverhältnisse der Anthere ist häufig auch das Connectiv maassgebend. In der Regel ist letzteres so schmal, dass die beiden An-

Fig. 241.



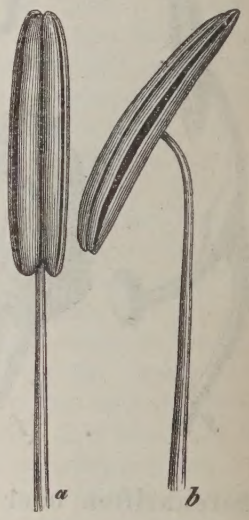
therenhälften oder Thecen fast oder völlig unmittelbar und parallel neben einander liegen. In gewissen Fällen dagegen verbreitert es sich und lässt die Antherenhälften aus einander rücken, wobei es flach und bandartig bleiben (manche Ranunculaceen), kolbig anschwellen kann (Fig. 241 *d*) oder zu einem kurzen Querbalken wird, so dass Filament und Connectiv ein T bilden (Tilia), oder sich zu einem langen gebogenen Faden streckt (Fig. 241 *g*) u. s. w. Auch das Connectiv zeigt bisweilen Anhängsel (Fig. 241 *f*, die beiden rechts liegenden Staubgefässe), oder es setzt sich in verschiedener Gestalt über den Antherenscheitel hinaus fort (Fig. 241 *f*), während es für gewöhnlich ein wenig unterhalb des Scheitels der Pollensäcke endet.

710. Die zwischen fast kugeliger Gestalt und Schlauchform wechselnden Pollensäcke liegen meist in der im § 615 angegebenen Weise beisammen und sind der ganzen Länge nach dem Connectiv angewachsen, bisweilen jedoch auch im oberen oder unteren Theile mehr oder weniger weit frei

Fig. 241. Staubgefässe von: *a* Solanum, *b* Berberis, *c* Persea, *d* Popowia Vogelii, *e* Acalypha phleoides, *f* Viola odorata (ganzes Androeceum), *g* Salvia officinalis. Zum Theil nach Baillon.

und dann wohl aus einander gespreizt, manchmal so stark, dass sich die beiden Antherenhälften in eine Flucht stellen (viele Labiaten, Scrophulariaceen — Fig. 241 *e*). Abweichungen von der typischen Lagerung und Zahl der Pollensäcke kommen vor. So liegen die vier Antherenfächer vieler Laurineen (Cinnamomum, Persea; Fig. 241 *c*) paarweise über einander oder zu einem nach oben offenen Bogen geordnet (Nectandra). Mit normal nur 2 Pollensäcken sind die Staubgefässe der meisten Asclepiadeen, der Ceratophylleen, Gomphrena etc. versehen, eine Ausnahme, die uns zur Zurückweisung einer in systematischen Werken sehr häufigen unrichtigen Angabe der Antherenfächer führt. Weil nämlich in den mit 4 Pollensäcken versehenen Antheren diejenigen jeder Antherenhälfte sich gemeinsam zu öffnen pflegen (Fig. 204 B), nennt der Systematiker eine solche Anthere eine „zweifächerige", demgemäss eine nur 2 Pollensäcke entwickelnde oder eine halbseitig (s. unten) ausgebildete Anthere eine „einfächerige": Ausdrücke, welche vermieden werden sollten, da erstere Antherenform in der That 4-, letztere 2fächerig ist, d. h. eben so viele Pollensäcke besitzt.

Fig. 242.



711. In einzelnen Fällen sind die Pollensäcke wieder durch (bisweilen unvollständige) Querwände in Abtheilungen geschieden; so bisweilen bei Circaea unvollständig, bei anderen Onagrarieen (Clarkia, Gaura) vollständig in je 2 Abtheilungen, ähnlich unter den Mimoseen bei Arten von Acacia und Mimosa, in anderen Gattungen derselben Familien in eine noch grössere Zahl (Inga mit 4—5, Parkia edulis mit 12—15 Abtheilungen in jedem Pollensacke). Andererseits kommt es vor, dass die Fächer einer Hälfte schon lange vor der Reife der Anthere durch Verschwinden der trennenden Gewebeplatten so mit einander verschmelzen, dass statt der ursprünglichen 4 Fächer später nur 2 sichtbar sind (Berberis vulgaris, viele Orchideen); oder die benachbarten Pollensäcke verschmelzen nur im oberen Theile (Epacridaceen). Das Oeffnen der Fächer geschieht in der Regel mittels Längsriss, der sich indessen derart verkürzen kann, dass er nur als ein gewöhnlich auf dem Scheitel der Theca gelegener Porus erscheint (Fig. 241 *a*). Eine eigenthümliche Form des Oeffnens ist die durch 2 oder 4 Klappen, wie sie uns in den Familien der Laurineen (Fig. 241 *c*) und Berberideen (Fig. 241 *b*) entgegentritt.

712. Für die Systematik ist unter Umständen die Lage der Rissstellen der Anthere zum Blüthencentrum von Wichtigkeit. Es werden im jugendlichen Staubblatte nämlich 2 Fächer in den hinteren (nach aussen schauenden), 2 in den vorderen (dem Blüthencentrum zugewendeten) Kanten der stumpfkantigen Anthere angelegt (vgl. Fig. 248), bisweilen so, dass Vorder- und Hinterseite (Ober- und Unterseite) der Anthere vollkommen oder fast gleich entwickelt erscheinen, der Fibrovasalstrang des Connectives das Centrum der Anthere einnimmt, die Rissstellen der reifen Anthere genau seitlich liegen (die meisten Sambuceae, Oleaceae, Verbasceae). Bei der Mehrzahl der Angiospermen liegen jedoch 2 Antherenfächer seitlich, 2 sind auf die Vorderseite gerückt und der Fibrovasalstrang des Connectives ist der Unter- oder Aussenseite des Staubblattes genähert, ein Verhältniss, das sich schon bei Anlage der Fächer, wenn auch oft noch weniger stark, geltend macht (Fig. 248: Compositae, Campanulaceae, Gentianaceae, Primulaceae, Amaryllidaceae etc.), — oder sämmtliche 4 Fächer sind unter stärkerer Ausbildung des Connectives auf die Vorderseite der Anthere verschoben (Orchideae, Nymphaeaceae, Zingiberaceae). Bei einer derartigen introrsen, d. h. die Pollensäcke nach innen, dem Blüthencentrum zukehrenden Anthere liegen natürlich auch die Oeffnungen der reifen Fächer dem

Fig. 242. *a* Staubgefäss von Iris mit unbeweglicher Anthere, *b* von Amaryllis mit schaukelnder Anthere. Vergrössert.

Blüthencentrum zugewendet. Gerade entgegengesetzt verhalten sich die extrorsen Antheren der Iridaceen, Aristolochiaceen, Aroideen u. a. Familien, bei welchen die 4 Pollenfächer und dem entsprechend auch ihre Rissstellen nach aussen schauen, auf der Unterseite des Staubblattes (vom Blüthencentrum abgewendet) liegen, was durch die kräftigere Ausbildung der Innenfläche der (wenigstens bei Iris) der Anlage nach gleichseitigen Anthere bewirkt wird. Uebergänge zwischen diesen Antherenformen existiren vielfach, und in einer Familie (Liliaceae), selbst in einer und derselben Blüthe (Commelina nilagirica, manche Lauraceen) können introrse und extrorse Antheren neben einander vorkommen.

Fig. 244.

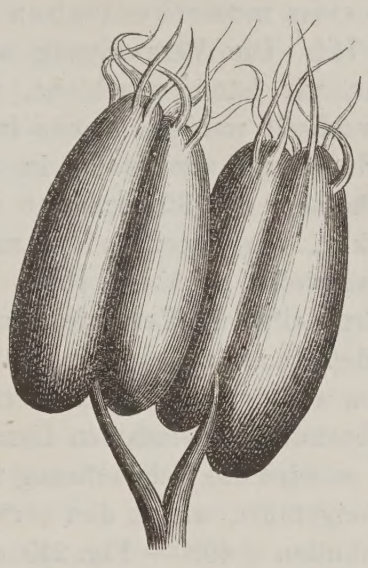
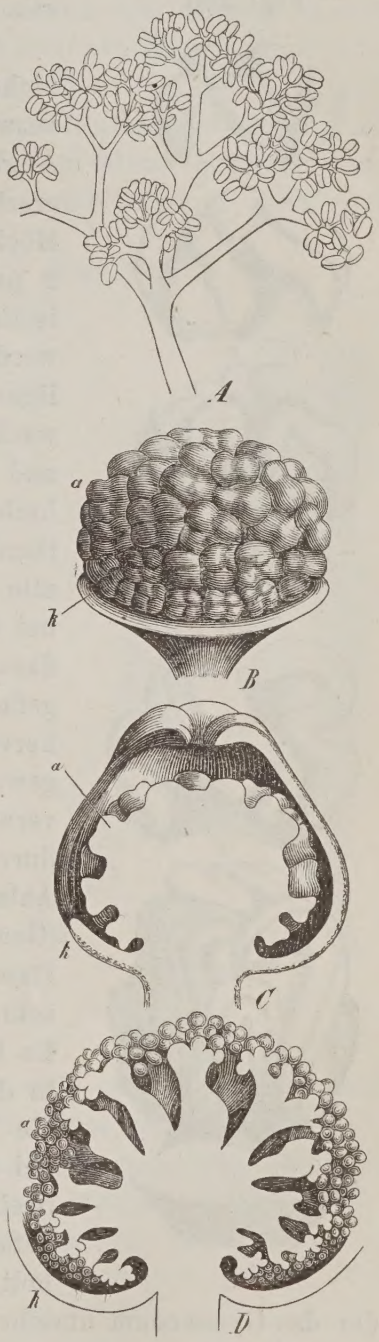


Fig. 243.



713. Die Zahl der in einer Blüthe auftretenden Staubblätter schwankt zwischen nur einem Staubgefässe bis zu zahlreichen Gliedern; ja es kann die Blüthe überhaupt aus einem Staubgefässe allein gebildet werden (§ 614, Fig. 201). Die scheinbar grosse Anzahl der in gewissen Blüthen vorhandenen Staubgefässe kann aber auch auf einer mehr oder minder reichen Verzweigung relativ weniger Staubblattanlagen beruhen. In den männlichen Blüthen von Ricinus z. B. treten zuerst einfache, halbkugelige Höcker in grösserer Anzahl und acropetaler Folge als eben so viele Staubgefässanlagen auf, die sich dann, mit dem unteren älteren beginnend, wiederholt gabelig verzweigen, so dass das einzelne Staubgefäss schliesslich einem Bäumchen gleicht, dessen letzte Aeste die Antheren tragen (Fig. 243). In ähnlicher Weise entstehen die 3 oder 5 Staubgefässbündel von Hypericum aus 3 oder 5 primären Zellgewebshöckern, die gefiederten Staubblätter gewisser Myrtaceen (Calothamnus), die nur einmal gegabelten Staubgefässe von Corylus (Fig. 244), Betula etc. durch Verzweigung, bei welcher die Anlage bald sehr niedrig bleibt (Hypericum), bald

Fig. 243. Ricinus communis, Entwickelung der Staubgefässe. A Ausgebildetes Staubgefäss. B Androeceum mit beginnender Verzweigung der Staubblattanlagen *a*, das Perigon *k* entfernt. C Halbe Blüthe in einem dem vorigen ähnlichen Entwickelungsstadium, und D solche noch weiter vorgeschritten und das Perigon theilweise entfernt. Alle Figuren mehr oder weniger vergrössert, B—D nach Payer.

Fig. 244. Corylus Avellana. Verzweigtes Staubgefäss. Vergr. ca. 30.

in Folge intercalaren Wachsthums sich mehr oder weniger verlängert (Ricinus, Colothamnus). Charakteristisch ist dabei in vielen Fällen (Betula, Corylus, Malva), dass die Aeste solcher verzweigten Staubgefässe nur eine aus 2 Pollensäcken gebildete „Antherenhälfte" eines normalen Staubgefässes tragen. Bezeichnen wir die zweihälftig-vierfächerige Anthere des Staubblattes als dithecisch, so können wir im letzteren Falle von einer monothecischen Anthere reden.

Fig. 245.

714. Die Verzweigung von Staubgefässen darf nicht, wie häufig geschieht, mit Verwachsungen verwechselt werden, welche im Androeceum gewisser Angiospermen eintreten. In der Blüthe des Kürbis erscheinen die Staubgefässe zuerst als 5 getrennte Höcker, von denen in den meisten Fällen je 2 und 2 paarweise genähert sind, das fünfte Staubgefäss isolirt bleibt. Im Verlaufe der weiteren Entwickelung werden nun die paarweisen Anlagen auf einem unter ihnen aus der Blüthenaxe hervortretenden, intercalar wachsenden gemeinsamen Basalstücke emporgetragen und es wird die Verwachsung also in demselben Sinne herbeigeführt, wie in den verwachsenblätterigen Blüthenhüllen (§ 699 — Fig. 245 *a*). Später verschmelzen alle 5 Staubgefässe zu einem länglichen Köpfchen, wobei die Pollenfächer sich darmartig derart krümmen, dass die den Paaren entsprechenden Theile des Staubgefässköpfchens je 2, die aus der isolirten Anlage hervorgehende Partie eine „monothecische", ∿förmig gewundene Anthere trägt (Fig. 245 *b—e*). Aehnlich verwachsen die 10 Staubgefässe der Papilionaceen durch gemeinsames Emporwachsen der zunächst freien Anlagen mittels einer allen angehörigen Basalportion (Genista, Ononis, Cytisus) oder so, dass nur 9 Staubgefässe als eine oberseits offene Röhre erscheinen, das zehnte Glied frei bleibt (die meisten Papilionaceen). Es können aber auch Verzweigung und Verwachsung in demselben Androeceum vereint auftreten, wodurch die Verhältnisse complicirter werden. So erscheinen bei den Malvaceen den Kronblattanlagen gegenüber 5 einfache (Malvaviscus) oder paarige (Malva) Staubgefässanlagen, die sich weiterhin einmal oder wiederholt verzweigen, zugleich aber auch gemeinsam von der das Gynaeceum umscheidenden Filamentröhre emporgetragen werden.

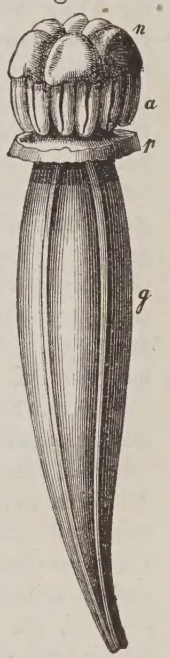
715. Die vielfach vorkommende Verwachsung des Androeceums

Fig. 245. Cucurbita Pepo. Entwickelung des Androeceums, nach Payer. *a* Die genäherten Staubblattanlagen bereits zu 2 Doppelantheren verschmolzen, das fünfte, links stehende Staubgefäss noch frei. *b* Weitere Verwachsung zum Köpfchen. *c* und *d* Aeltere Entwickelungsstufen mit bereits in verschiedenem Grade gewundenen Antheren. *e* Ausgebildetes Androeceum.

mit der Blumenkrone, die besonders häufig bei verwachsenblätterigen Corollen beobachtet wird, aber auch den freiblätterigen Kronen nicht fremd ist, lernten wir bereits gelegentlich der Entwickelungsgeschichte der Compositenblüthe kennen (§ 699). Es scheint hier bei der fertigen Blüthe, als ob die Staubgefässe aus der Innenfläche der Krone entsprängen, und doch wissen wir, dass Krone und Staubgefässe als gesonderte Blattkreise angelegt werden. Wie aber bei verwachsenblätterigen Kelchen oder Kronen, ferner bei verwachsenen Staubgefässen schliesslich ein Vereintwachsen der getrennt angelegten Organe an ihrer lange sich fortbildenden gemeinsamen Basis eintritt, so ist auch die Verwachsung von Staub- und Blüthenblättern nur die Folge davon, dass Kronen- und Staubblätterbasis von einem gewissen Zeitpunkte an gemeinsam intercalar weiter wachsen, die getrennt angelegten Kreise auf einer beiden gemeinsamen Lamelle emporgehoben werden, welche in ihrer Structur der betreffenden Corolle gleich und kurz als das Basalstück derselben bezeichnet wird. Die Höhe dieser eingeschalteten Ringzone ist eine in den verschiedenen Familien sehr wechselnde; manchmal übertrifft sie sogar den von den Staubgefässen freien oberen Theil so bedeutend, dass die Staubgefässe der fertigen Corolle hoch oben eingefügt sind (Proteaceae).

Fig. 246.

Fig. 247.



716. Verwachsung der Staubgefässe mit einem Theile des Gynaeceums kommt gleichfalls vor, darf aber nicht mit solchen Fällen verwechselt werden, in denen Androeceum und Gynaeceum auf einem Gynandrophorum stehen, d. h. auf einem gemeinsamen Träger, welcher von dem mehr oder minder gestreckten Internodium der Blüthenaxe zwischen Blüthenhülle und Staubblättern gebildet wird (§ 688). Bei Nymphaea sind Kron- und Staubblätter der Aussenwand des Fruchtknotens spiralig derart inserirt, dass die letzten der zahlreichen Staubgefässe nicht weit unterhalb der Narbe stehen. Bei Aristolochia Clematitis ist der Fruchtknoten ein unterständiger; Griffel und Narben finden sich im Grunde des hier zu einem bauchigen „Kessel“ erweiterten Perigons (Fig. 246). Dem kurzen, dicken Griffel sind nun die 6 auf die Antheren reducirten Staubgefässe mit dem Rücken derart angewachsen, dass sie unter den über sie gewölbten Narben (Fig. 247 *n*) einen Kranz bilden (Fig. 247 *a*), Griffel und Antheren als ein einheitlicher Körper erscheinen, der als Griffelsäule (Gynostemium) bezeichnet wird. Bezüglich der complicirten Entwickelungsgeschichte dieser

---

Fig. 246. Aristolochia Clematitis, Blüthe im Längsschnitte (Vergr. 2) und Fig. 247, Geschlechtsapparat der Pflanze noch stärker vergrössert: *g* Fruchtknoten, *d* Perigonbasis, *a* Staubgefässe, *n* Narbe.

Griffelsäule mag nur erwähnt werden, dass sich die „Verwachsung“ der Staubblätter mit den Fruchtblättern schon bei Anlage der Organe in der Weise vollzieht, dass es den Anschein gewinnt, als bildeten je ein Staubgefäss und ein Carpell nur ein einziges Blatt. Er gehört sonach der Fall in die Reihe der sogenannten „congenitalen Verwachsungen“, in denen zwei in anderen Fällen typisch getrennte Organe (das mit Aristolochia verwandte Asarum besitzt z. B. freie oder fast freie Staubgefässe) zu gleicher Zeit derartig „geboren“, respective hier an der Blüthenaxe angelegt werden, dass sie sich von Anfang an wie ein einziges Organ erheben, schon im Momente des Geborenwerdens völlig verwachsen sind. Aehnliche Verhältnisse, wie Aristolochia, bieten die Orchideen, nur mit dem Unterschiede, dass hier zur Verwachsung noch bestimmte Verkümmerungen innerhalb des Androeceums hinzutreten.

717. Was die gegenseitige Stellung von Staubgefässen und Blüthenhülle betrifft, so werden die Staubblätter als einem Blüthenhüllkreise superponirt bezeichnet, wenn sie über (vor) dessen Gliedern stehen, als alternirend, wenn sie mit letzteren wechseln. Es sind weiter epipetal (alternisepal) die über den Krongliedern, episepal (alternipetal) die über den Kelchgliedern stehenden Staubgefässe. Diese Ausdrücke setzen voraus, dass die Staubblätter Seitengebilde der Blüthenaxe sind, wie dies für die grosse Mehrzahl der Angiospermen gilt. Den Ausnahmefall eines typisch terminalen Staubgefässes bietet zunächst Najas, bei welcher der Scheitel der Blüthenaxe durch Auftreten von 4 peripherischen Massen oder einer centralen Gruppe von Pollenmutterzellen in eine 4- oder einfächerige Anthere umgewandelt wird. Aehnlich verhalten sich Zannichellia und Casuarina, und bei der sonderbaren Cucurbitaceengattung Cyclanthera ist eine terminale Anthere vorhanden, welche zwei über einander liegende ringförmige Pollenfächer entwickelt. Nehmen wir die bei den übrigen Cucurbitaceen im Androeceum herrschenden Verhältnisse zu Hülfe (§ 714), so sprechen wir bei Cyclanthera von einem aus 5 Staubgefässen verwachsenen Androeceum, obgleich von einer derartigen Verwachsung nichts zu sehen ist.

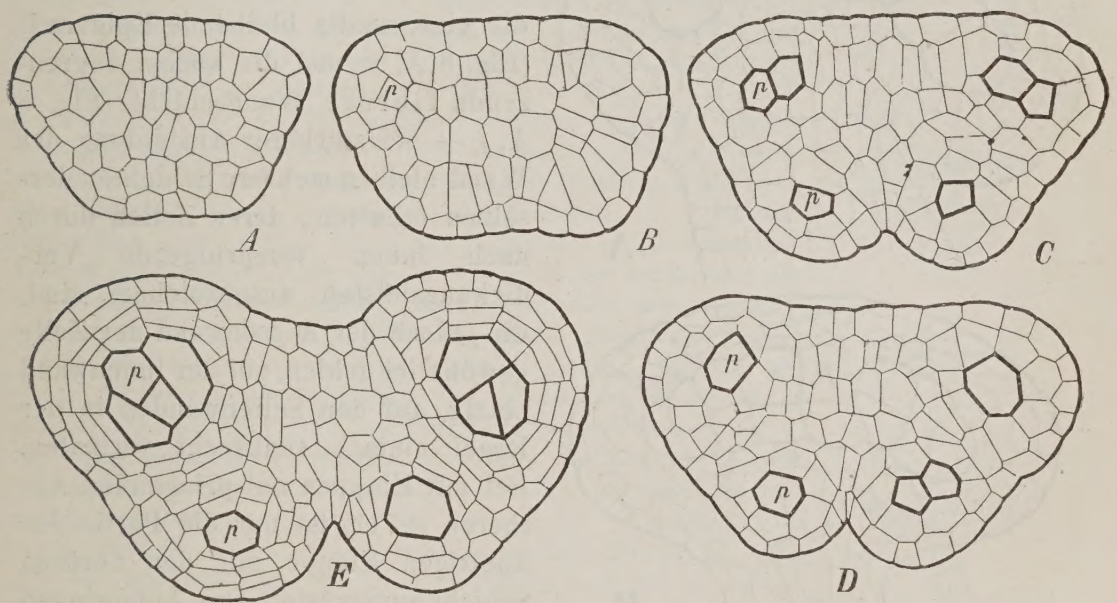
718. Nicht selten treten in Blüthen sterile Staubgefässe oder Staminodien auf, welche alle nur denkbaren Grade der Metamorphose und Reduction zeigen können. Bisweilen sind sie von den normal entwickelten Staubblättern der betreffenden Pflanze nur durch das Fehlen der Antheren unterschieden (Geranium) oder letztere sind wohl gar noch, wenn auch nur verkümmert und unfruchtbar, vorhanden (die ♀ Blüthen mancher 2häusigen Pflanzen). In anderen Fällen werden aber auch die Filamente reducirt, sogar bis fast zum Schwinden; oder die Staminodien treten nur in der Anlage auf und sind in der fertig gebildeten Blüthe nicht mehr erkennbar, wie bei der zu den Orchideen gehörenden Calanthe veratrifolia. Solche Beispiele führen bequem zur schliesslichen spurlosen Unterdrückung (Ablast; § 689) hinüber, bei welcher nicht einmal die Anlage des fehlenden Organes nachweisbar ist; so bei den Irideen, deren innerer Staubblattwirtel dem typischen Bauplane der Liliifloren zu Folge unterdrückt ist, mit einzelnen oder allen Gliedern gelegentlich aber einmal zur Entwickelung kommt. Andererseits können Staminodien als Nectarien auftreten, oder sie werden auch mehr oder minder vollständig (und gewöhnlich unter entsprechender Vergrösserung) corollinisch ausgebildet und führen dann zu einer scheinbaren Vermehrung der Blüthenhüllblätter (Marantaceae, Zingiberaceae).

719. Wir sahen bereits gelegentlich der Betrachtung der allgemeinen Entwickelungsgeschichte der Blüthe das junge Staubgefäss in Form eines kleinen, flachen, später halbkugeligen, dann mehr oder minder cylindrisch sich streckenden Höckers auftreten (§ 697). In Folge einer Anschwellung seines grösseren oberen Theiles wird bald auch äusserlich die beginnende Differenzirung in das vorläufig gewöhnlich noch kurz bleibende Filament und die Anthere angedeutet und namentlich tritt die Lage der künftigen Pollensäcke oder Fächer in den paarweise rechts und links sichtbar werdenden, wenn auch oft zunächst noch schwachen Längswülsten hervor (Fig. 233 E—G). Bei den meisten Angiospermen zeigt die junge Anthere um diese

Zeit gleiche Querschnittform (Fig. 248 A), während ihre spätere Gestaltung namentlich je nach Form und Ausdehnung des Connectives bekanntlich verschieden ausfällt (§ 709). Das Gewebe der jugendlichen Anthere ist jetzt noch ein Meristem, in welchem ausser der Epidermis gewöhnlich nur noch eine Periblemschicht schärfer differenzirt ist (Fig. 248 A). Wird im Connectiv ein Fibrovasalstrang überhaupt entwickelt (bei Chrysanthemum Leucanthemum fehlt derselbe), so beginnt seine Anlage bereits sehr früh.

720. Die Pollenmutterzellen und die dieselben nach aussen umgebenden Wandschichten werden gewöhnlich allein von der in den Längswülsten der Anthere unmittelbar unter der Epidermis liegenden Periblemschicht gebildet. Hier spalten sich die betreffenden Periblemzellen durch Tangentialwände zunächst in zwei Schichten (Fig. 248 B, bei *p*), von denen die

Fig. 248.



innere zum Complex der Pollenmutterzellen, d. h. zum Archesporium (Fig. 248 B—E: *p*) der den Microsporangien entsprechenden Pollensäcke wird (vgl. § 615). In der Höhe durchzieht diese Theilungszone in allen normalen Fällen fast die ganze Antherenlänge, in der Breite wechselt sie jedoch derart, dass die Archespor-Anlage bisweilen nur aus einer einzigen Zellenreihe (Malvaceen, Compositen; Fig. 249), in anderen Fällen aus 2—3 Zellenreihen besteht, bei einzelnen Pflanzen (Datura, Labiatifloren) eine halbmondförmig gebogene breite Zellenplatte bildet. Die durch die primären Tangentialtheilungen vom Archespor abgetrennte Wandschicht zerfällt durch weitere Tangentialwände in meist drei (selten mehr: Tulpe, Agave) Schichten gewöhnlich tafelförmiger, sich weiterhin noch radial theilender Zellen (Fig. 248 E; Fig. 8 A auf S. 26). Die innerste dieser Schichten wird zur Tapete (Fig. 8 A, *t*; vgl. § 615 und Fig. 204 A), deren Zellen gewöhnlich mehr

Fig. 248. Chrysanthemum Leucanthemum. Querschnitte von Antheren verschiedenen Alters: A sehr junge Anthere, E solche vor der Tetradentheilung, B—D Zwischenstufen in der Reihenfolge der Buchstaben. *p* Pollen-Urmutterzellen oder Gruppen derselben. Vergr. zwischen 300 und 400. Nach Warming.

cubisch oder gar radial gestreckt werden und sich durch gelben, ihnen ein eigenthümlich drüsiges Aussehen verleihenden Inhalt auszeichnen. Auch die im Inneren dem Archespor unmittelbar angrenzenden Zellen des die Fächer trennenden Antherengewebes nehmen dieselben Eigenschaften an, so dass jedes Archespor allseitig von einer Tapetenschicht umkleidet ist, die allerdings im Verlaufe der weiteren Entwickelung gleich den entsprechenden Tapetenzellen der Gymnospermen und Pteridophyten resorbirt wird. Das gleiche Schicksal trifft auch die mittlere Wandschicht, jedoch ohne dass letztere vorher das charakteristische Aussehen der Tapete erhielte (in Fig. 8 A ist im unteren Theile diese Schicht nicht mehr vorhanden). Die reife Anthere zeigt daher nur noch die glattwandig bleibende Epidermis (Fig. 8 A, *e*) und die nächst angrenzende fibröse Wandschicht (Fig. 8 A, *f* — bei stärkerer Ausbildung der Wand bleiben mehrere Schichten derselben erhalten), deren Zellen durch nach innen vorspringende Verdickungsleisten ausgezeichnet sind, die jedoch der Aussenwand der Zelle gewöhnlich fehlen, auf der Innenwand netzig, auf den Seitenwänden in der Regel einfach senkrecht verlaufen. Bei mit Klappen aufspringenden Antheren (§ 711) ist nur die Partie der künftigen Klappe mit der fibrösen Schicht ausgerüstet. Das Aufspringen wird in allen Fällen dadurch bewirkt, dass beim Austrocknen der reifen Anthere die Epidermiszellen sich stärker als die fibröse Schicht zusammenziehen, in Folge dessen die Antherenwand nach aussen concav zu machen streben und sie dabei an der schwächsten Stelle zerreissen. Hierbei wird dann auch das die Pollenfächer einer Antherenhälfte trennende Gewebe, soweit es in manchen Fällen nicht schon vorher theilweise

Fig. 249.

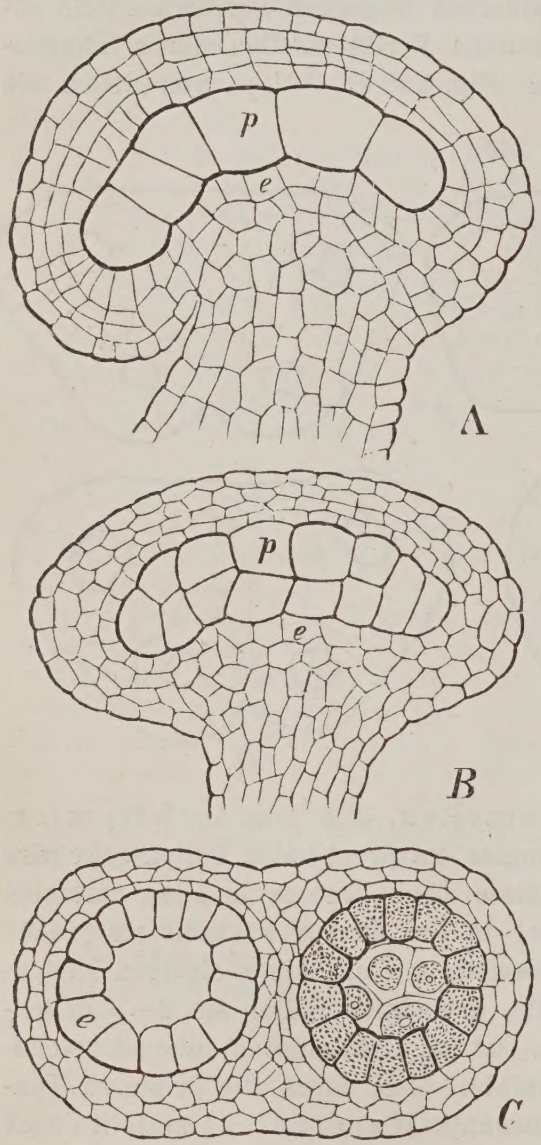


Fig. 249. A Längsschnitt durch ein Antherenfach von Malva silvestris (Vergr. ca. 300) nach Warming. B Längsschnitt durch ein etwas älteres Antherenfach von Althaea rosea. C Querschnitt einer Anthere derselben Pflanze, noch älter; aus der linken Hälfte sind die bereits zum letzten Male getheilten Pollenmutterzellen herausgefallen. — *p* Pollenmutterzellgewebe, *e* Tapete des Antherenfaches.

resorbirt war, mehr oder weniger zerstört, so dass nun die schon (§ 710) erwähnte Vereinigung der Fächer jeder Theca stattfindet.

721. Vor beginnender Pollenbildung im Archespor bleiben die Zellen des letzteren wohl niemals alle ungetheilt. In wenigen Fällen sind die Theilungen allerdings so sparsam und auf bestimmte Richtungen beschränkt, dass der ursprüngliche Charakter des Archespors als einfache Schicht oder einfache Reihe nicht verloren geht und die Zahl der Pollenmutterzellen vor der Tetradentheilung nicht viel grösser ist, als die der Archesporzellen. In anderen Fällen hingegen treten Theilungen nach allen Raumrichtungen ein und es entsteht eine mehrfache Lage oder gar ein vielzelliger Strang von Mutterzellen (Fig. 248 E; 8 A, *p*), die sich von den Zellen des benachbarten Gewebes durch bedeutendere Grösse, reichen Plasmagehalt und grossen Zellkern auszeichnen (Fig. 8 A). Sie füllen zunächst das Antherenfach vollständig aus, bleiben auch bei vielen Dicotylen so liegen, wenngleich sie nach Zerreissen der Antherenwand leicht aus einander fallen. In anderen Fällen und namentlich bei Monocotylen trennen sie sich dagegen unter Abrundung und schwimmen einzeln oder anfänglich noch in Gruppen in dem sich erweiternden, von körniger Flüssigkeit erfüllten Fache, wodurch sie an die Sporenbildung der Gefässcryptogamen erinnern (Fig. 8 B). Die anfänglich zarte Zellwand verdickt sich allmählich, unterstützt durch eine mit Schichtung verbundene Quellung und in der Regel an verschiedenen Stellen ungleich stark (Fig. 8 B). Schliesslich liefert jede Pollenmutterzelle bei den Monocotylen durch zweimalige Zweitheilung, bei den Dicotylen durch simultan und tetraedrisch erfolgende Viertheilung vier durch feste Wand getrennte, aber unter sich zur Tetrade verbunden bleibende Zellen, deren Plasmakörper ganz nach Analogie der Sporenbildung bei den Archegoniaten dadurch zur Pollenzelle wird, dass er sich mit einer neuen, mit der Wand der Mutterzelle organisch nicht verbundenen Membran umhüllt (§§ 117, 118; Fig. 23). Während nun die Wände der Pollenmutterzellen langsam gelöst und resorbirt werden, wachsen die jungen Pollenzellen allmählich heran und entwickeln dabei eine weitgehende Mannigfaltigkeit von besonders durch die Structurverhältnisse der Exine bedingten, oft für ganze Gattungen und Familien charakteristischen Formen. Allen gemeinsam ist aber die stete Differenzirung der Membran in Intine und Exine (§ 627). Letztere erhält auf der Oberfläche meist locale Verdickungen mannigfacher Art (Fig. 250) und zeigt oft wieder Sonderung in dichtere und weniger dichte Schichten und Streifen. Gewöhnlich ist sie an einzelnen, bestimmt geordneten Stellen bedeutend verdünnt oder gar durch Spalten oder durch Löcher unterbrochen, die sogar wieder mit deckelartigen Exinestücken verschlossen sein können (Fig. 250 A). Derartige Stellen sind zum Austritt des auch hier von der Intine allein erzeugten Pollenschlauches bestimmt (Fig. 250 B). Früher oder später, jedenfalls aber vor der Verstäubung, wird auch im Pollen der Angiospermen (wie bei den Gymnospermen — §§ 628, 638) eine kleine vegetative Zelle ausgegliedert, welche einen Zellkern umschliesst, von der grossen Schwesterzelle jedoch nur durch eine dichte uhrglasartig gewölbte Hautschicht von Plasma, selten (z. B. bei Iris) durch eine Cellulosemembran abgegrenzt ist und in den allermeisten Fällen auch ungetheilt bleibt (Andropogon-Arten und andere Gräser haben mehrere vegetative Zellen). Die die beiden Zellen trennende Hautschicht (resp. Wand) wird gewöhnlich resorbirt, die kleine vegetative Zelle löst sich von der Wand des Pollenkornes ab und tritt später, im Inhalte des Pollenkornes frei schwimmend, sammt dem Kern der grossen Zelle in den von letzterer entwickelten Pollenschlauch hinein (Fig. 251 *e*, *g*).

Fig. 250.

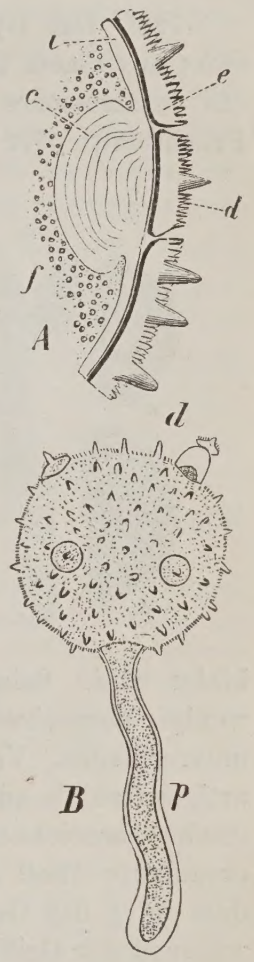


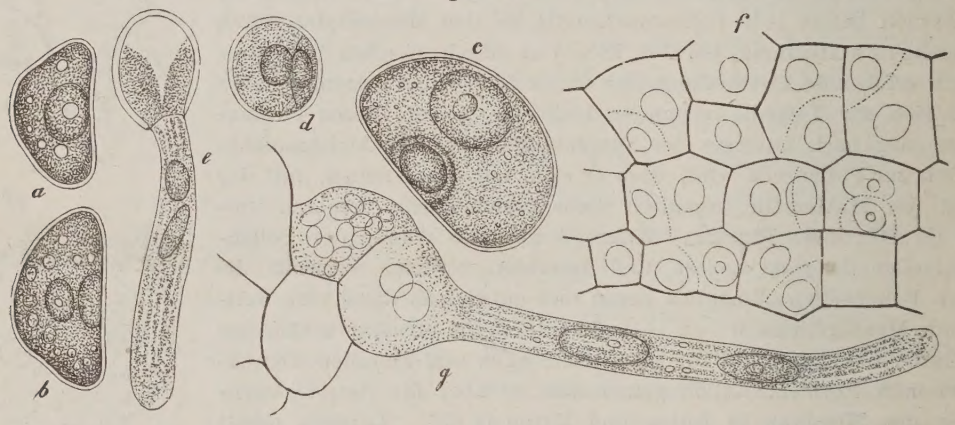
Fig. 250. Pollen von Cucurbita Pepo. A Querschnitt der Pollenhaut (Vergr. 300); *e* Exine, *d* deren Deckel; *i* Intine, *c* die Verdickung derselben unter dem Deckel; *f* mit kleinen Stärkekörnern erfüllter Plasmainhalt des Pollenkornes. — B Ganzes Pollenkorn mit Pollenschlauch (*p*) und eben beginnender Entwickelung eines zweiten Pollenschlauches bei *d* (Vergr. 120).

722. In einzelnen Fällen tritt uns eine Abweichung von der gewöhnlichen Pollenform entgegen, die darin besteht, dass die 4 Pollenzellen einer Tetrade fest verbunden bleiben (Typha, viele Ericaceen, manche Orchideen), oder dass eine Anzahl von aus einer Urmutterzelle hervorgegangenen Tetraden wieder zu einer grösseren 8—32zelligen Pollenmasse fest vereinigt ist (viele Mimosaceen). Die Exine ist in diesen Fällen auf der Aussenfläche der Gruppe stärker entwickelt, im Inneren nur in Form dünner Platten zwischen den Zellen vorhanden. Bei vielen Orchideen und bei den Asclepiadeen bleiben sämmtliche Pollenkörner eines Faches durch eine viscin- oder wachsartige Masse zu gestielten Körpern (Pollinarien) verklebt, welche nicht freiwillig austreten, sondern von den die Blüthen besuchenden Insecten aus der geöffneten Anthere hervorgezogen werden. Lockeres Zusammenhängen des Pollen durch kleberige Viscinfäden finden wir bei den Onagraceen.

Das Gynaeceum.

723. Das Gynaeceum (vgl. § 616 u. f.) sämmtlicher Angiospermen besteht aus einem Pistill (Stempel) oder mehreren solchen. Jedes Pistill ist ein geschlossenes (sehr selten theilweise offenes) Gehäuse, das aus einem Fruchtblatte oder mehreren Fruchtblättern (Carpellen, Carpiden) ge-

Fig. 251.



bildet wird. Sein die Samenknospen umschliessender unterer, mehr oder weniger angeschwollener Theil wird als Fruchtknoten (Ovarium, Germen) unterschieden. Verlängert sich der Scheitel des Fruchtknotens in ein stielartiges Gebilde oder in mehrere solche, so wird jedes derselben als Griffel (Stylus) bezeichnet, während der den Pollen aufnehmende, eigenthümlich organisirte Theil des Pistilles die Narbe (Stigma) heisst. Letztere ist nach dem im § 619 Gesagten am normal entwickelten Pistille stets vorhanden, während der Griffel fehlen kann, in welchem Falle die Narbe als „sitzend" bezeichnet wird. Besteht das Gynaeceum aus nur einem Pistille, wird von der betreffenden Blüthe also auch nur eine Frucht erzeugt, so ist die Blüthe einfrüchtig oder monocarpisch; schliesst sie dagegen mehrere isolirte Pistille ein, aus denen eben so viele Früchte entstehen, so heisst sie mehrfrüchtig oder polycarpisch (Ranunculaceen — Fig. 232 D—H). In letzterem Falle geht jedes Pistill stets aus nur einem Fruchtblatte hervor; es ist

Fig. 251. *a* Junges Pollenkorn von Allium fistulosum vor, *b* und *c* nach der Theilung. *d* Junges Pollenkorn von Monotropa Hypopitys eben getheilt und *e* Schlauchbildung des Pollenkornes nach 6 Stunden. *f* Junge Pollenzellen von Platanthera bifolia während der Theilung. *g* Pollenschlauch von Orchis fusca mit bereits eingewanderten Kernen. Alle Figuren nach Strasburger und 600fach vergr.

monomer und das ganze Gynaeceum apocarp. Auch in einer monocarpischen Blüthe kann das Pistill aus nur einem Carpell gebildet werden (Leguminosen). Gewöhnlich aber sind es 2 oder mehrere Fruchtblätter, die hier mit einander verwachsend den sogenannten polymeren Fruchtknoten bilden; oder mit anderen Worten: das Gynaeceum ist syncarp.

724. Ist das Gynaeceum (resp. der Fruchtknoten) zu den übrigen Blüthentheilen so gestellt, dass es deutlich oberhalb der Staubgefässe oder (bei flacher Blüthenaxe) doch im Centrum des Androeceums steht, so ist es ein oberständiges, und Blüthenhülle sammt Androeceum werden als unterständig oder hypogynisch bezeichnet. Ist dagegen die Blüthenaxe derartig napf-, becher-, krug- oder röhrenartig vertieft, dass sie ein sogenanntes Hypanthium (§ 702; S. 11, Fig. 3) bildet, welches auf seinem Grunde das von ihm völlig freie Gynaeceum, auf seinem Rande Blüthenhülle und Androeceum trägt, so sind letztere perigynisch. Ist aber der Fruchtknoten ein unterständiger, d. h. wird seine Wandung von der ausgehöhlten Blüthenaxe selbst gebildet und werden nur die aus den Carpellblättern hervorgehenden oberen Theile des Gynaeceums (Griffel und Narbe) von den auf dem Scheitel des Fruchtknotens stehenden Blüthenhüll- und Staubblättern eingeschlossen, so wird die Blüthe als oberständig oder epigynisch bezeichnet (Fig. 246, 247). Zwischen ober- und unterständigen Fruchtknoten resp. Blüthen giebt es vermittelnde Uebergänge halb- oder mehr oder weniger unterständiger (resp. oberständiger) Fruchtknoten, die sich bisweilen in einer und derselben Familie vereint finden (Saxifragaceen). Dass auch zwischen ausgeprägt hypo- und epigynischen Blüthen Mittelformen existiren, wurde schon im § 702 erwähnt.

725. Die Entwickelung des oberständigen Pistilles sehen wir am einfachsten beim monomeren Fruchtknoten verlaufen. Bei dem polycarpen Ranunculus erscheint das einzelne Fruchtblatt als kleiner, halbkugeliger Zellgewebshöcker, der in Folge geförderten Wachsthumes einer äusseren Zone seines Scheitels bald muschelförmig ausgehöhlt wird (Fig. 232 F; S. 391) und unter fortwährender Förderung seines Rückens allmählich kappen- oder kapuzenförmige Gestalt annimmt (Fig. 232 G, H). Dabei neigen seine Ränder immer mehr nach der Bauchseite zusammen, lassen hier bald nur noch eine schmale Spalte zwischen sich und verschmelzen schliesslich ganz mit einander. Das reife Pistill hat dann die in Fig. 232 J im Längsschnitte gezeichnete Form; ein Griffel ist nicht vorhanden, die Narbe zieht linienförmig eine Strecke weit auf der Bauchseite abwärts. In ähnlicher Weise gestaltet sich bei Rosa (Fig. 3 B—D, *g*) das Carpellblatt zum Fruchtknoten, wird aber in seinem oberen Theile zum langen, fadenförmigen Griffel ausgezogen, der an seinem Ende die kleine Narbe trägt. Bei den Papilionaceen erhebt sich die Carpellanlage sofort als ein das Centrum des Blüthenscheitels halbmondförmig umziehender Wulst. Der monomere Fruchtknoten ist typisch stets einfächerig, doch können in gewissen Fällen Wucherungen seiner inneren Wandfläche falsche Scheidewände bilden, die ihn der Länge (Astragalus) oder Quere nach (Cassia) fächern. Die Placenta wird von den eingeschlagenen, oft stark angeschwollenen, verwachsenen Fruchtblatträndern oder einem Theile derselben gebildet; die Zahl der auf ihr erzeugten Samenknospen schwankt zwischen einer (Fig. 232 J) bis zu zahlreichen (Delphinium, viele Leguminosen etc.).

726. Ist der Fruchtknoten ein polymerer oder syncarper, so hängt seine ganze Organisation von der Art und dem Grade der Verwachsung der ihn zusammensetzenden Carpelle ab. Verschmelzen die letzteren so, dass ihre sich an einander legenden Ränder nicht oder kaum merklich in die Fruchtknotenhöhlung vorragen, wie dies z. B. sehr frühzeitig schon mit den drei oder vier Carpiden von Reseda (Fig. 234 F) der Fall ist, so entsteht ein einfächeriger polymerer Fruchtknoten, dessen Placenten wandständig, aus den verschmolzenen Carpellrändern hervorgegangen sein können (Reseda), der jedoch auch eine freie Central-

placenta zu entwickeln vermag. Ein Beispiel letzterer Art bieten die Primulaceen, bei denen die in der Zahl der Staubgefässe oder Fruchtklappen angenommenen Carpiden schon „congenital" verwachsen (§ 716) und der Fruchtknoten daher schon bei seiner Anlage als ein ringsum gleich hoher Ringwall erscheint. In einer anderen Reihe polymerer Pistille biegen die Fruchtblattränder mehr oder weniger weit nach innen um und die Carpelle sind so mit einander vereinigt, dass die einwärts geschlagenen und verwachsenen, als Placenten functionirenden Ränder wie Leisten oder Platten mehr oder minder tief in die Ovariumhöhle hineinragen, ohne jedoch im Centrum derselben zu verwachsen: mehrkammeriger Fruchtknoten (Papaver).

727. Findet dagegen im Centrum der Fruchtknotenhöhle eine Verwachsung der tief einwärts geschlagenen Carpellränder ohne oder mit Hülfe der (dann mehr oder weniger verlängerten) Blüthenaxe statt, so wird der Fruchtknoten mehrfächerig und die Zahl der Fächer entspricht der Zahl der Carpelle. So sehen wir bei Oxalis fünf Fruchtblätter als eben so viele etwas quergestreckte, mit den Kelchstaubfäden alternirende Höcker in gleichen Abständen sich am Umfange des um diese Zeit schon ziemlich flachen Blüthenscheitels erheben und kurz darauf jedes Carpellblatt kappenförmige Gestalt annehmen (S. 392, Fig. 233 E, *g*). In einem gewissen Alter sehen wir jedes einzelne Fruchtblatt demjenigen von Ranunculus ähnlich, seine Ränder nach innen gebogen, bald ziemlich genähert, doch noch nicht geschlossen (Fig. 233 F, *g*); dabei bemerken wir auch deutlicher, dass die Carpelle unter Betheiligung des Axenscheitels bereits eine Strecke weit verwachsen sind. Dann finden wir die fünf schon ansehnlich gestreckten Carpiden zusammengeneigt und höher hinauf mit einander verwachsen, den oberen Theil eines jeden jedoch frei bleibend und zum freien Griffel sich streckend, der jetzt auch die nierenförmige Narbe bereits gut entwickelt zeigt (Fig. 233 G, H). Schliesslich hat das Ovarium lang-eiförmige Gestalt erhalten, die schlanken Griffel spreizen ziemlich weit zwischen den Staubgefässen hervor (Fig. 233 L, *g*), die Samenknospen sitzen, wie meistens in derartigen Fruchtknoten, zweireihig im Innenwinkel jedes Faches, wo die Placenten den hier wieder schwach wulstig vorspringenden Fruchtblatträndern entsprechen (Fig. 233 J, in der jedoch das Fruchtblatt auf seiner dem Beschauer abgewendeten Bauchseite noch nicht vollständig geschlossen ist; in Fig. K im halbirten Fache links natürlich nur eine Samenknospenreihe sichtbar). In anderen Fällen treten die sich noch stärker abermals einrollenden Fruchtblatträndern noch weiter in das Ovariumfach vor, ja es können sich die Carpellränder wieder völlig spalten, jedes eine gesonderte, oft stark entwickelte Placenta bildend (Pirola). Es können auch die Griffeltheile der Carpelle unter einander verwachsen, so dass nur ein Griffel vorhanden ist, der bald die Narben noch frei (Onagraceae), bald auch diese mehr oder weniger vollständig verwachsen zeigt (Viola, Papaver). Wieder in anderen Familien findet die Verwachsung der Carpelle nur in den unteren Theilen mehr oder weniger hoch statt, so dass das Gynaeceum hier wie ein einziger polymerer Fruchtknoten erscheint, weiter oben (von den Griffeln natürlich abgesehen) eher wie ein Wirtel monomerer Pistille (Saxifraga). Oder es bleiben sonderbarer Weise umgekehrt die Carpelle in den Fruchtknotentheilen völlig frei von einander, während Griffel und Narben oder nur die letzteren zu einem einzigen Körper verwachsen sind (Asclepiadeen).

728. Wie im monomeren, so kann auch im polymeren mehrfächerigen Fruchtknoten eine weitere vollständige oder unvollständige Fachbildung durch nachträglich auftretende falsche Scheidewände stattfinden. Bei den Labiaten und Borragineen ist das aus zwei Carpellen gebildete Ovar ursprünglich zweifächerig; durch Scheidewandbildung vom Rücken her wird es jedoch vollständig vierfächerig und die vier je eine Samenknospe enthaltenden Abtheilungen (Klausen) treten in Folge ihres späteren Wachsthumes sogar als vier stark gewölbte, knotig vorspringende Glieder des Fruchtknotens nach aussen, den anfangs hoch stehenden Griffel im Grunde zwischen sich tragend und bei der Reife in vier einsamige Theilfrüchte (Nüsschen) zerfallend. Im Fruchtknoten von Linum wird jedes der fünf Fächer durch eine ebenfalls vom Rücken her in dasselbe vordringende, doch den Innenwinkel nicht erreichende Wand nur in zwei Kammern getheilt. Eine andere eigenthümliche Fächerung des polymeren Fruchtknotens kommt dadurch zu Stande, dass die Carpellblatträndер nur im unteren Theile desselben im Centrum mehr oder weniger hoch vereinigt werden, während sie oben wie im einfächerigen Fruchtknoten verschmolzen sind; das oben einfächerige Ovarium ist daher in seinem unteren Theile mehrfächerig (manche Caryophyllaceen).

729. Die Entstehung des unterständigen Fruchtknotens epigyner Blüthen lässt sich in vorzüglicher Weise bei den Compositen verfolgen (vgl. S. 395, Fig. 235). Hier erscheinen nach Anlage der Staubgefässe auf dem bis dahin noch flach-concaven Axenscheitel 2 schwache, median gestellte, etwas quer gezogene Wülste, die, weiterhin halbmondförmig sich

erhebend, bald seitlich mit einander verschmelzen (Fig. 235 F, *g*). Diese beiden gleichzeitig oder (in anderen Gattungen) kurz nach einander auftretenden Carpelle bilden künftig nur den Griffel mit seinen beiden Narben, werden daher in diesem Falle wohl auch als Griffelblätter bezeichnet. Sobald die beiden Griffelblätter an einander stossen, beginnt die Bildung der Ovariumhöhle, indem eine Verlangsamung des Scheitelwachsthums der jungen Blüthenaxe eintritt, während deren peripherisches, die Corolle, Staubgefässe und Griffelblätter tragendes Gewebe in Folge intercalaren Wachsthums als Ringwall sich erhebt. Wir sehen so, während die beiden ihre Spitzen als Narben ausbildenden, unterwärts zum Griffel zusammenschliessenden Carpiden bald ein vollständiges Dach über der Fruchtknotenhöhle bilden, letztere sich allmählich immer mehr vertiefen (Fig. 235 H, J), doch so, dass ihr Grund zuletzt gewöhnlich deutlich als schiefe Ebene vom vorderen nach dem hinteren Carpellblatte aufsteigt, dass sie im medianen Längsschnitte etwa die Gestalt eines ungleichseitigen Dreieckes zeigt. Auf dieser geneigten Basis des Ovariums entspringt nun die einzige Samenknospe (Fig. 235 L, M, R), nicht genau im Centrum, sondern etwas abwärts, dem vorderen Carpelle mehr genähert; neben ihrem Funiculus ist der Scheitel der Blüthenaxe oft deutlich als kleiner Hügel erkennbar, und in abnormen Fällen wächst letzterer sogar zum belaubten Sprosse weiter. In anderen Familien hängt die einzelne Samenknospe des unterständigen einfächerigen Fruchtknotens aus dem Scheitel der Höhlung herab (Hippuris). Entwickelt das unterständige einfächerige Ovarium wandständige Placenten, so laufen diese als so viele Längsleisten oder Wülste von oben nach unten herab, als Carpelle den Fruchtknoten abschliessen, und die Placenten können dann ungezwungen als Verlängerungen der Carpellränder betrachtet werden (Orchideen). Treffen diese Leisten als stärker entwickelte Platten im Centrum des unterständigen Fruchtknotens verwachsend zusammen, so wird letzterer mehrfächerig (Aristolochia, Fig. 246) und zeigt nun dieselben Verschiedenheiten in der Placentation, wie der oberständige mehrfächerige Fruchtknoten, wird auch wie dieser als polymer bezeichnet. Dass endlich auch beim halb-unterständigen Ovarium der unter den Blüthenhüllen befindliche Theil, in ähnlicher Weise wie bei den Compositen der obere Theil des Gynaeceums, aus verschmolzenen Carpellblättern entsteht, braucht nicht weiter erläutert zu werden.

730. Wie aus der Entwickelungsgeschichte der Compositenblüthe hervorgeht und auch schon früher (693) angedeutet wurde, braucht die Zahl der Fruchtblätter nicht mit derjenigen der übrigen Blüthenkreise überein zu stimmen. Man giebt in diesem Falle die bisweilen für die Systematik wichtige Orientirung der Fruchtblätter mit Bezug auf die Mutteraxe des Blüthensprosses an, spricht also z. B. bei 3 Carpellen von einem hinteren oder vorderen unpaaren, bei 2 Fruchtblättern von medianer oder lateraler Stellung derselben (§ 691). Sind dagegen die Carpelle gleichzählig vorhanden (isomer), so werden sie zweckmässig in ihrer Stellung zu Kron- und Kelchblättern als epipetal oder episepal (in derselben Bedeutung wie die Staubgefässe — § 717) bezeichnet.

731. Der verschieden gestaltete, gewöhnlich aber faden- oder säulenförmige Griffel kann der Spitze eines einzelnen Fruchtblattes entsprechen. Wie ein monomeres Pistill nur einen Griffel trägt, wird dann ein polymerer Fruchtknoten von so vielen Griffeln gekrönt, als Carpelle in ihm verwachsen sind (Fig. 233 L). Bisweilen sind solche Griffel wieder verzweigt (Euphorbiaceae). In anderen Fällen verwachsen indessen die Griffeltheile sämmtlicher Carpelle eines polymeren Pistilles am Grunde oder mehr oder minder hoch zu einem nur oberwärts freiästigen (gespaltenen) oder schliesslich der ganzen Länge nach zu einem einzigen Griffel. Durch starkes einseitiges Wachsthum des oberen Fruchtknotentheiles kann der ursprünglich scheitelständige Griffel auch mehr oder minder tief seitwärts zu stehen kommen (Fragaria) oder gar bis zur Basis des entwickelten Ovariums verschoben werden (Labiaten, Asperifoliaceen; § 728). Bei manchen Angiospermen (Butomus, Viola) ist der Griffel der ganzen Länge nach von einem Griffelcanale durchzogen, einer engen Höhlung, welche sowohl in den Fruchtknoten als auf die Narbe frei mündet, bei mehrfächerigem Fruchtknoten sich abwärts in mehrere, der Fachzahl entsprechende Aeste spaltet (viele Liliaceen, Pirola). Seine Wandung trägt in der Regel Schleimpapillen oder wird von besonders gebildeten secernirenden Zellen, in noch anderen Fällen dagegen von dem sogenannten leitenden Gewebe ausgekleidet, das aus Zellen mit verschiedengradig verschleimten Wänden besteht und bei den meisten Pflanzen das ganze Griffelcentrum so erfüllt, dass im völlig entwickelten Griffel wenigstens im oberen Theile kein Canal aufzufinden st. Griffelcanal wie leitendes Gewebe dienen den zur Befruchtung bestimmten Pollenschläuchen als Leiter in das Ovarium.

732. Als Narbe bezeichnen wir die durch besonderen Bau ausgezeichnete empfängnissfähige, d. h. zur Aufnahme des Blüthenstaubes geeignete Stelle des Griffels, resp. des Fruchtblattes, oder ein derselben Function dienendes, durch eigenthümliche Form sich mehr oder

weniger abhebendes Organ, das entweder einfach ist oder in Mehrzahl, der Zahl der Fruchtblätter entsprechend, auftritt und dessen einzelner Theil selbst wieder verzweigt sein kann. Das Narbengewebe wird gewöhnlich aus dünnwandigen, locker verbundenen Parenchymzellen gebildet, welche zu (nach dem Scheitel hin oft garbenförmig aus einander tretenden) Längsreihen geordnet sind. Die Oberfläche sondert schleimige, kleberige, farblose oder gefärbte Stoffe ab, welche die Narbe zum Festhalten des Pollens geeigneter machen und zugleich die Bildung der Pollenschläuche begünstigen. Zum grössten Theile rühren diese Stoffe von zu Schleim gequollenen Membranpartien der oberflächlichen Narbenzellen her, die gleichzeitig als Fangapparate für den Pollen functioniren und in der Regel als verschieden gestaltete Papillen (Narbenpapillen) auftreten.

733. Im Anschlusse an die bereits im § 616 erörterten allgemeinen Verhältnisse der Samenknospe ist hier zunächst noch auf Stellung und Richtung der Samenknospen aufmerksam zu machen, die in gewissen Fällen für die Systematik von Wichtigkeit sind, da auf ihnen oft einzig die Unterschiede nahe verwandter Familien beruhen. Bei ana- und campylotropen Samenknospen muss häufig auf die Richtung der Micropyle geachtet werden. Ist dieselbe der Axe des Fruchtknotens (resp. der Centralplacenta) zugekehrt, der Rücken (die Rhaphe) der Samenknospe also nach aussen (der Fachwand zu) gewendet, so ist die Samenknospe epitrop (Euphorbiaceae). Kehrt die Samenknospe dagegen die Micropyleseite der Fruchtknotenwand, den Rücken der Axe oder Centralplacenta zu, so ist sie apotrop (Buxaceae, als nächste Verwandte der Euphorbiaceen). Die Euphorbiaceen und Buxaceen besitzen aus der Spitze des Faches herab hängende, die verwandten Empetraceen aus dem Fachgrunde aufsteigende Samenknospen. Bei den Polygonaceen und Piperaceen steht die einzige Samenknospe im Grunde des Faches völlig aufrecht, bei den meisten Irideen sind die Samenknospen horizontal abstehend, und die Vitaceen besitzen im Grunde des Fruchtknotenfaches meist 2 collaterale, d. h. neben einander stehende Samenknospen.

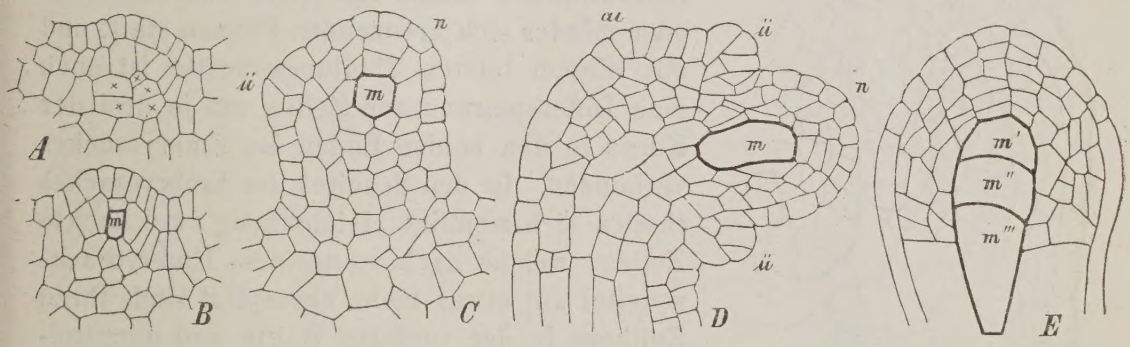
Entwickelungsgeschichte der Samenknospe.

734. Die Samenknospe geht nie aus Oberflächenzellen allein hervor, sondern an ihrer Bildung betheiligen sich stets auch die Zellen der subepidermalen Schicht oder wohl noch tiefer gelegener Partieen der Placenta (Fig. 252 A, die mit × bezeichneten Zellen). Die junge Samenknospe ist daher ein mehr oder minder kräftiger Zellenhöcker, der, anfänglich wenig gewölbt (Fig. 252 A, B), bald halbkugelige und später zapfen- oder eiförmige Gestalt annimmt (Fig. 252 C). Handelt es sich um eine geradläufige Samenknospe, so wird die ursprüngliche Wachsthumsrichtung beibehalten und in einer gewissen Entfernung unter dem Scheitel der jungen Samenknospe sprosst nun ringsum gleichmässig ein Ringwall von Zellen als Anlage eines Integumentes hervor (ähnlich der Fig. 252 D, *ii*), das allmählich den zum Knospenkerne werdenden Scheitel der Anlage überwallt. Bisweilen tritt etwas später und unter ihm noch ein zweites Integument auf, so dass man von einem inneren (älteren) und äusseren (jüngeren) Integumente redet. Die Micropyle kann dabei vom inneren Integumente allein gebildet werden, falls das äussere Integument kürzer bleibt; oder letzteres betheiligt sich gleichfalls an der Herstellung des Micropylecanals, indem es das innere Integument überragt. Bisweilen entsteht viel später und häufig erst nach stattgefundener Befruchtung unter dem äusseren Integumente noch ein dritter Zellenwall, der sich zu einem eigenthümlichen, meist fleischigen, den späteren Samen einhüllenden Gebilde, dem Samenmantel oder Arillus, entwickelt (Myristica, Evonymus — vgl. Taxus, S. 353, Fig. 205). Bei Entwickelung einer gegen- oder krummläufigen Samenknospe tritt kurz vor oder während der Anlage der Integumente eine Krümmung der Samenknospe derart ein, dass die Differenzirung der Integumente auf der convex werden-

den Rückenseite der Samenknospe beginnt (Fig. 252 C) und von hier aus rechts und links gegen die sich einkrümmende Bauchseite vorschreitet. Bei krummläufigen Samenknospen (Fig. 206) kommt dabei das äussere (oder einzige) Integument auf der Bauchseite noch zu mehr oder minder kräftiger Ausbildung; bei völlig gegenläufigen jedoch wird es sehr stark reducirt (Fig. 207, 260) oder auf der der Raphe zugekehrten Seite des Knospenkernes garnicht entwickelt (Fig. 253). Bei den durch nur ein derartiges Integument charakterisirten Gamopetalen ist dieses dann relativ sehr mächtig ausgebildet (Fig. 253 *i*), der Knospenkern ihm gegenüber sehr klein. Gewöhnlich sind die Integumente nur wenige (2—3) Zellenlagen stark.

735. Bereits vor Anlage der Integumente beginnt im jungen Knospenkerne die Differenzirung des der Macrospore der Gefässkryptogamen entsprechenden Embryosackes. Die sich vergrössernde hypodermale Endzelle der axilen Zellreihe des Knospenkernes wird zur Urmutterzelle desselben respective zum Archesporium (Fig. 253 *m* — vgl. die Gymnospermen, § 646). Letzteres scheidet in der Regel zunächst durch eine Querwand am Scheitel

Fig. 252.



(dem der Micropyle zugewendeten Ende) eine Schichtzelle ab (Fig. 252 B, *m*), die sich noch mehrere Male der Quere nach, später auch durch Längswände theilt, so dass das Archespor allmählich tiefer, bisweilen (z. B. bei Mercurialis) sehr tief ins Knospenkerngewebe versenkt wird (Fig. 252 C—D). Erst nach den ersten Theilungen der Schichtzelle beginnen die Veränderungen in der unteren plasmareichen Zelle des Archesporiums. Dieselbe nimmt an Grösse zu und theilt sich durch eine etwa in halber Höhe erscheinende Querwand in 2 Zellen, von denen jede noch einmal quer getheilt wird oder die untere auch ungetheilt bleibt (Fig. 252 E, $m' - m'''$). So entsteht eine axile Reihe aus 3—4 plasmareichen Zellen mit stark lichtbrechenden, wie gequollen aussehenden Querwänden. Jetzt wird der Inhalt der 2 oder 3 oberen Zellen grumös und stark lichtbrechend und diese Zellen verschleimen und werden von der von Anfang an grösseren unteren, sich nun zum Keim- oder Embryosacke streckenden Zelle nach und nach verdrängt, und ebenso auch die desorganisirenden Schichtzellen, so dass nur

Fig. 252. Entwickelung der Samenknospe von Ribes, nach Warming (Vergr. 350). A Ganz junge und B etwas ältere Samenknospenanlage. C Samenknospe, an welcher das innere Integument *ii* auftritt. D Samenknospe mit der Anlage des äusseren Integumentes *ai*. E Knospenkern isolirt. Alle Figuren im Längsschnitte. *n* Knospenkern; *m* Mutterzelle des Embryosackes und m'—m''' die Tochterzellen derselben.

noch eine Kappe stark lichtbrechender Substanz den Embryosack-Scheitel bedeckt. In gleicher Weise beginnt dann auch die Verdrängung der seitlich dem Embryosacke angrenzenden und verschleimenden Zellen des Knospenkerns (Fig. 254). Es erinnern diese Vorgänge sofort an die gleichen in den Sporangien der Pteridophyten (vgl. u. a. § 553) und den Samenknospen der Gymnospermen (§§ 646, 647), aber auch an die in den Pollensäcken der Gymno- und Angiospermen (§§ 627, 638, 720) auftretenden Erscheinungen, da wir auch bei den Angiospermen die den Embryosack zunächst umgebende Zellenlage des Knospenkernes als Tapete auffassen dürfen.

736. Schon während des ersten Wachsthumes des Keimsackes pflegt sich der Zellkern des letzteren zu theilen, und während die beiden Tochterkerne in die beiden Enden des Embryosackes wandern, tritt eine centrale, allmählich sich weiter ausdehnende Vacuole im Plasma des Sackes auf (Fig. 254). Dann theilt sich jeder der beiden Zellkerne noch einmal und diese Tochterkerne abermals, so dass nun im Scheitel wie in der Basis des Embryosackes je vier Zellkerne liegen. Die letzte Theilung der Zellkernpaare findet für jedes Paar in mehr oder minder sich kreuzenden Ebenen statt, und mit diesem letzten Theilungsschritte ist auch eine Differenzirung von Zellen um je drei der Kerne in den beiden Enden des Embryosackes verbunden. In den Scheitel des Embryosackes theilen sich ziemlich gleichmässig zwei nackte Zellen, welche nach vorne (dem Embryosackscheitel zu) etwas mehr zugespitzt sind, ihren Zellkern in der vorderen Hälfte und unmittelbar an ihn stossend in der hinteren eine grosse Vacuole führen (Fig. 256 *ss*; in Fig. 255 ist nur eine dieser Zellen sichtbar). Bei Polygonum und vielen anderen Pflanzen (z. B. Gladiolus, Crocus, Santalum, Zea) zeigen sie ausserdem an ihrer Vorderhälfte eine eigenthümliche Längsstreifung, den sogenannten „Fadenapparat". Da diese beiden Zellen sich nicht zum Embryo entwickeln, sondern nur die Befruchtung des Eies vermitteln, so werden sie als Gehülfinnen (Synergiden) der Eizelle bezeichnet. Die letztere, gleichfalls nackte Zelle ist die dritte des ganzen Eiapparates. Sie sitzt etwas tiefer als die Gehülfinnen mit vorderer, breiterer Fläche der Embryosack-Wand an und zeigt hier eine grosse Vacuole, ihren Kern dagegen im hinteren Theile (Fig. 255, 256: *e*). Dass in Folge dieser Anordnung des Eiapparates bei verschiedener Lage des Embryosackes zum Auge des Beobachters bald die eine der Gehülfinnen (Fig. 255), bald beide derselben, bald zum grossen Theile das Ei (Fig. 256) gedeckt werden, versteht sich von selbst.

Fig. 253.

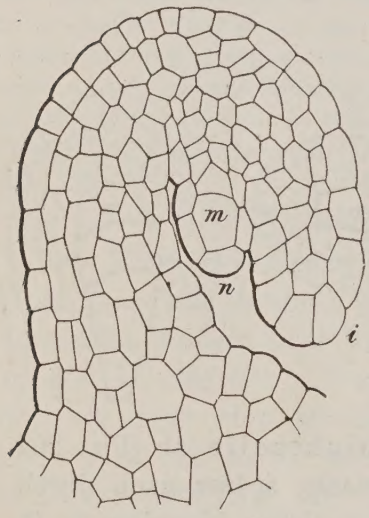
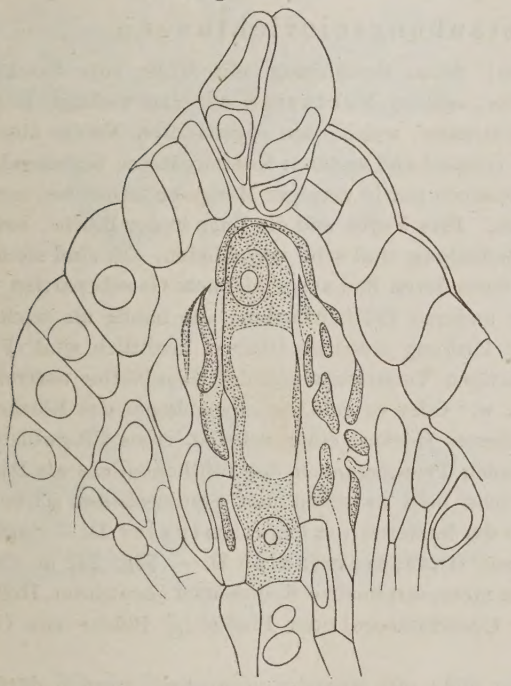
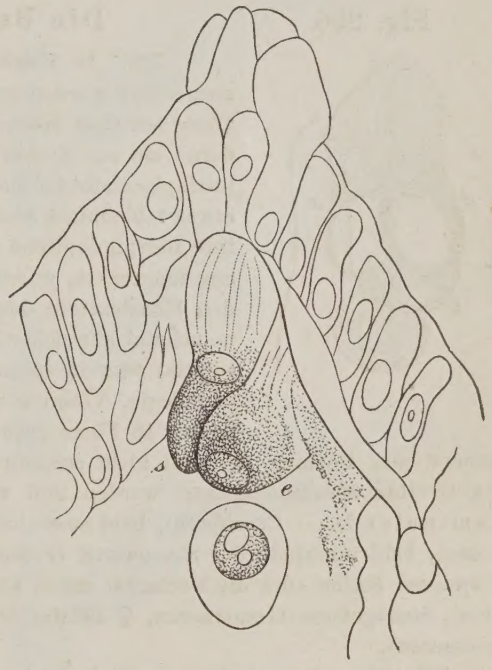


Fig. 253. Lobelia Dortmanna L. Längsschnitt der ziemlich entwickelten Samenknospe (Vergr. 350), nach Warming. *n* Knospenkern, *m* Embryosack-Mutterzelle, *i* Integument.

737. Die drei im hinteren Ende des Embryosackes gebildeten Zellen, die sogenannten Gegenfüsslerinnen (Antipoden), sind von den nackten Zellen des Eiapparates durch fast stete Umhüllung mit Cellulosemembran verschieden und liegen fast in gleicher Höhe (S. 354, Fig. 207 *b*). Während diese Zellen wohl als rudimentäres weibliches Prothallium zu deuten sind, bleibt es zunächst noch fraglich, ob man die 3 Zellen des Eiapparates als eben so viele, auf je eine Zelle reducirte Archegonien betrachten darf, da hierfür die Analogien noch fehlen. Die beiden restirenden vierten Zellkerne des vorderen und hinteren Zellenapparates (Fig. 255, 256: der Kern unterhalb des Eiapparates) aber rücken gegen die Mitte des Embryosackes und verschmelzen hier mit einander zum neuen Embryosackkerne. Während alle diese Vorgänge im Inneren des Embryosackes sich abspielen, kann man um denselben die weitere Verdrängung benachbarter Zellen und die Quellung der die Epidermiszellen von den nächst inneren Zellen trennen-

Fig. 254. Fig. 255.





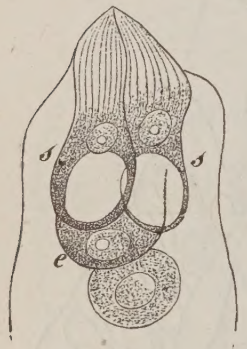
den Wände verfolgen. Der Embryosack des hier vorzugsweise ins Auge gefassten Polygonum divaricatum reicht in seinem vorderen Drittel bald unmittelbar an die Epidermis des Knospenkernes und auch die Membran des Embryosackscheitels wird schliesslich erweicht und von den Gehülfinnen der Eizelle resorbirt, so dass letztere mit ihren oberen Enden unmittelbar an die Epidermiszellen der Kernwarze stossen (Fig. 255, 256).

738. Manche Angiospermen zeigen von dem geschilderten typischen Gange der Entwickelung des Embryosackes mehr oder weniger auffällige Abweichungen. Bei Senecio, Lamium, den Orchideen etc. wird vom Archespor keine Schichtzelle abgegliedert. Rosa entwickelt ein von An-

Fig. 254. Polygonum divaricatum. Oberer Theil des Knospenkernes mit dem sich vergrössernden und die Nachbarzellen verdrängenden Embryosacke, dessen Kern bereits getheilt ist. — Fig. **255.** Aelteres Entwickelungsstadium mit dem Embryosackscheitel und fertigem Eiapparate: *e* Eizelle, *s* eine der Gehülfinnen, welche die andere verdeckt; vgl. Fig. 256. — Nach Strasburger. Vergr. 540.

fang an mehrzelliges Archespor in der Weise, dass 4 neben einander gelegene hypodermale Zellen sich zu demselben vereinigen, je eine sich weiter zu einer Gewebekappe theilende Schichtzelle abscheiden, darauf aber selbst durch wiederholte Zweitheilung in je eine Reihe von 4—6 Zellen zerfallen, von denen gewöhnlich jede oberste zu einem Embryosacke wird. In der reifen Samenknospe sind dann bis 4 Embryosäcke vorhanden, von denen jedoch nur einer bis zu den Integumenten vordringt und allein auch den Eiapparat ausbildet, während es bezüglich des letzteren in den übrigen Embryosäcken bei einer Ansammlung formlosen Plasmas bleibt. Fragaria vesca verhält sich in den ersten Entwickelungsstadien wie Rosa, lässt aber nur einen der hier wieder aus der untersten Zelle hervorgehenden Embryosäcke zur Entwickelung kommen, die anderen schon sehr frühzeitig zu Grunde gehen. — Von den Gehülfinnen der Eizelle wird bisweilen in Folge des Unterbleibens einer der Kerntheilungen nur eine gebildet. Zwei Eizellen sind bis jetzt normal nur im Embryosacke von Santalum album, gelegentlich bei der Gesneraceen-Gattung Sinningia beobachtet worden. Wie dieselben entstehen, ist bis jetzt unklar. Während ferner bei vielen Angiospermen das Gewebe der Kernwarze erhalten bleibt, wird letzteres bei anderen (Crocus, Labiaten) völlig verdrängt, so dass der Embryosackscheitel frei unter der Micropyle liegt oder noch in diese hineinragt, selten sogar als Schlauch zu derselben hinauswächst, wie bei Santalum und der Scrophulariaceen-Gattung Torenia. Bei Santalum und ebenso bei Crocus und Gladiolus wird ferner auch noch der Embryosackscheitel von den dann frei vorragenden Synergiden durchbohrt, während sonst die Membran desselben (wenn auch manchmal erweicht) erhalten bleibt.

Fig. 256.



Die Bestäubungseinrichtungen.

739. In Blüthen, deren Bestäubung mit Hülfe von Insekten ausgeführt werden muss, spielen Nectarien oft eine wichtige Rolle. Dieselben sind drüsige Organe, welche den sogenannten Nectar absondern: ein aus Zucker, Gummi und anderen Kohlehydraten bestehendes, protoplasmatische Substanzen nur in geringer Menge enthaltendes, meist etwas schleimiges Secret. Ihre Form und die Lage in der Blüthe, sowie ihre morphologische Bedeutung sind sehr verschieden. Oft sind sie nur eng umgrenzte, durch besonderen Bau ausgezeichnete Gewebepartien an den Kronblättern oder anderen Blüthentheilen, die häufig als seichte, manchmal abweichende Färbung zeigende Gruben kenntlich sind (Fritillaria) oder in spornartigen Verlängerungen der Kronblätter auftreten (Aquilegia, Viola) u. s. w. Oder es sind Anschwellungen des Blüthenbodens in Form gesonderter Höcker, einer Scheibe, eines Ringwulstes, Bechers etc., Formen, die mit nicht secernirenden Protuberanzen des Blüthenbodens als Discus-Gebilde zusammengefasst werden und welche bald zwischen den Staubgefässen (interstaminaler D. — Crueiferen), bald ausserhalb der letzteren (extrastaminaler D. — Sapindaceae), bald innerhalb der Staubwirtel erscheinen (intrastaminaler D. — Fig. 257 u. 258). In anderen Fällen sind die Nectarien ganze aber metamorphosirte Kronblätter (Aconitum, Helleborus), Staubgefässe (Gesneraceen, ♀ Blüthe der Cucurbitaceen) oder Pistille (♂ Blüthe von Cucurbitaceen).

740. Dass Bestäubung und Befruchtung nicht mit einander verwechselt werden dürfen und dass erstere in verschiedener Weise vollzogen werden kann, wurde bereits im § 620 kurz erwähnt. Der in Zwitterblüthen in manchen Fällen direct auf die Narbe gelangende Pollen derselben Blüthe wirkt hier in einzelnen Fällen wirklich befruchtend, wie z. B. bei Draba verna und Brassica Rapa, sowie allen kleistogamen Blüthen. Letztere werden von gewissen Pflanzen (Lamium, Viola, Oxalis, Ononis, Linaria etc.) neben den gewöhnlichen grossen, aber der Fremdbestäubung bedürftigen, oft sogar nur selten oder bisweilen niemals fruchtbaren Zwitterblüthen entwickelt und zeichnen sich dadurch aus, dass sie viel kleiner, geruchlos und meist auch ohne Nectarien sind, rudimentäre Kronen haben und sich nicht öffnen. In zahllosen Fällen aber ist der Pollen der eigenen Blüthe auf der Narbe unwirksam, sei es, dass er dort überhaupt keinen Pollenschlauch treibt, oder, wenn ein solcher entwickelt wird, derselbe doch nicht befruchtet, während der Pollen einer anderen Blüthe derselben Art die Befruchtung normal eintreten lässt (Corydalis cava als Beispiel einer „selbststerilen" Pflanze). Die in solchen Fällen nothwendige Fremdbestäubung wird einmal dadurch gesichert, dass die gegenseitigen Stellungsverhältnisse der Geschlechtsorgane und mechanische Hindernisse mannigfacher Art es unmöglich

Fig. 256. Polygonum divaricatum. Embryosackscheitel mit dem Ei *e* und dessen beiden Gehülfinnen *ss*. Nach Strasburger. Vergr. 540. — Vgl. Fig. 255.

machen, dass der Pollen auf die Narbe der eigenen Blüthe gelangt (Iris, viele Labiaten, Orchideen, Aristolochia — Fig. 246, 247). Ein andermal wird Fremdbestäubung durch die Dichogamie (§ 620) erzwungen, indem die Narbe noch nicht ausgebildet, noch nicht empfängnissfähig ist, wenn die Antheren derselben Blüthe bereits stäuben: protandrische Blüthen, die nur durch den Pollen jüngerer Blüthen bestäubt werden können (Umbelliferen, Compositen, Campanulaceen, Malva, Althaea), — oder indem die Narbe schon zu einer Zeit empfängnissfähig wird, zu welcher die Antheren der gleichen Blüthe noch geschlossen sind: protogynische Blüthen, die nur durch den Pollen älterer Blüthen bestäubt werden (Scrophularia, Plantago, Aristolochia).

741. Eine weitere Eigenthümlichkeit gewisser Blüthen ist die Heterostylie, nach welcher die Blüthen verschiedener Individuen derselben Art verschieden lange Griffel besitzen und in Verbindung damit verschiedene Stellung oder verschiedene Längen der Staubgefässe zeigen. Dimorphe Heterostylie zeigt z. B. Primula, deren langgriffelige Form (mit

Fig. 257.

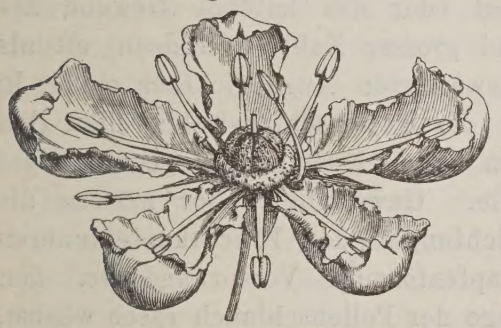


Fig. 258.

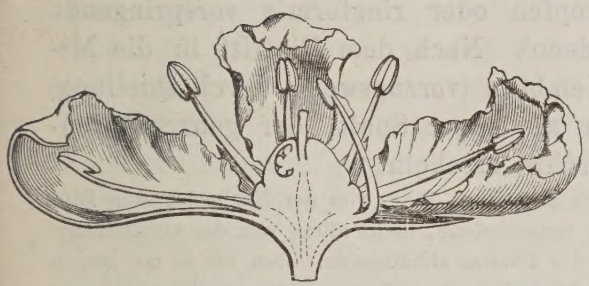
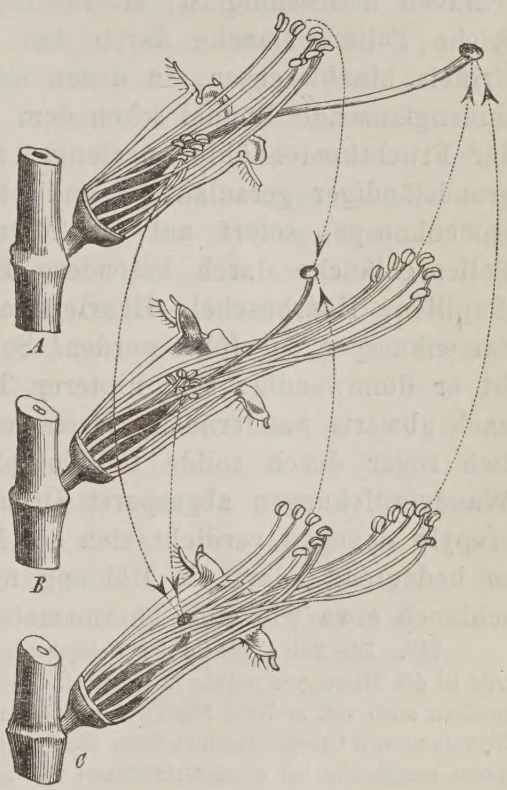


Fig. 259.



im Schlunde der Blüthe befindlicher Narbe) die Staubgefässe etwa in halber Höhe der Kronröhre, deren kurzgriffelige (mit in der Röhre eingeschlossener Narbe) sie im Schlunde der Krone eingefügt trägt. Aehnlich verhalten sich Hottonia und Pulmonaria, während bei dem dimorph heterostylen Linum die verschiedene Länge der Staubfäden ähnliche Stellungsverhältnisse der Antheren zu den Narben bedingt. Trimorphe Heterostylie (seltener als dimorphe) mit langen (Fig. 259 A), mittellangen (B) und kurzen (C) Griffeln und in entsprechenden Höhen stehenden Antheren finden wir bei Lythrum Salicaria. Zu diesen Unterschieden kommen bei heterostylen Pflanzen noch Differenzen im Bau der Narbe, in der Grösse der Pollenkörner u. s. w. Es entsprechen z. B. Grösse und Abstand der Narbenpapillen jeder Form der Grösse

---

Fig. 257. Blüthe von Ruta graveolens mit intrastaminalem Drüsenringe an der Basis des Fruchtknotens und Fig. **258** eine solche Blüthe halbirt. Vergr. 4.

Fig. 259. Lythrum Salicaria. A Langgriffelige, B mittelgriffelige und C kurzgriffelige Blüthe, die vordere Hälfte von Kelch und Krone entfernt. Die Punktlinien mit den Pfeilspitzen verbinden die Antheren mit denjenigen Narben, auf welchen der betreffende Pollen volle Fruchtbarkeit bewirkt. Nach Darwin. Vergr. ca. 3.

der Pollenkörner der in gleicher Höhe befindlichen Antheren der anderen Form oder (bei trimorphen Blüthen) jeder der beiden anderen Formen derart, dass sie am geeignetsten sind, dieselben festzuhalten und zur Entwickelung zu bringen; ebenso entsprechen die Pollenkörner jeder Höhe in ihrer Grösse in der Regel der Länge der Griffel der in gleicher Höhe stehenden Narben. Die in der Natur vorwiegend stattfindenden legitimen Kreuzungen zwischen Geschlechtern gleicher Höhe aber liefern allein volle Fruchtbarkeit und normale, völlig fruchtbare Nachkommen; alle anderen (illegitimen) Kreuzungen ergeben alle Abstufungen verminderter Fruchtbarkeit bis zur vollständigen Sterilität und liefern Nachkommen, die sich in jeder Beziehung wie Bastarde verschiedener Arten verhalten. Das trimorph heterostyle Lythrum ist daher vortheilhaft nur in den Richtungen kreuzbar, welche in Fig. 259 durch die Pfeile bezeichnet werden.

742. Die auf die Narbe gelangenden Pollenzellen treiben auf dieser ihre Pollenschläuche, indem die Intine durch die Oeffnungen oder dünneren Stellen der Exine als Papille vortritt, die sich zum cylindrischen Schlauche verlängert (§ 721). Da zur Befruchtung jeder Samenknospe ein Pollenschlauch nothwendig ist, müssen bei zahlreichen Samenknospen auch zahlreiche Pollenschläuche durch den Canal oder das leitende Gewebe des Griffels hinabwachsen, in denen sie bei grosser Zahl (Orchideen) oft als seidenglänzende Bündel schon dem unbewaffneten Auge sichtbar sind. In der Fruchtknotenhöhle angelangt, trifft der Pollenschlauch bisweilen (bei grundständiger geradläufiger und bei im Scheitel hängender gegenläufiger Samenknospe) sofort auf die Micropyle. Gewöhnlich aber müssen die Pollenschläuche durch besondere Einrichtungen des Fruchtknoteninneren (Papillen, Haarbüschel, Haarleisten, zapfenförmige Vorsprünge etc.) den Samenknospen zugeführt werden. So lange der Pollenschlauch rasch wächst, ist er dünnwandig; sein hinterer Theil entleert sich dabei von dem mit nach abwärts wandernden Plasma und dieses wird nach rückwärts gewöhnlich sogar durch solide Cellulosepfropfen oder ringförmig vorspringende Wandverdickungen abgesperrt (Orchideen). Nach dem Eintritt in die Micropyle dagegen verdickt sich die Membran (vorzugsweise durch Quellung) so bedeutend, dass die Höhlung nur als enger Spalt, der ganze Pollenschlauch etwa wie eine Thermometerröhre erscheint.

743. Die Zeit, welche der Pollenschlauch zu seinem Wege von der Narbe bis zum Eintritt in die Micropyle nöthig hat, ist eine sehr verschiedene, nicht allein von der Griffellänge, sondern auch von anderen Eigenthümlichkeiten der Pflanze abhängende. Den bis 10 cm langen Griffelweg von Crocus durchwachsen die Pollenschläuche in 1—3 Tagen, während diejenigen von Arum maculatum bei einer Griffellänge von nur 2—3 mm mindestens 5 Tage, diejenigen vieler Orchideen bei wenig weiterem Wege 10 Tage bis sogar Wochen und Monate nöthig haben. Letztere Familie zeigt auch, wie die Bestäubung in noch anderer Weise auf den Fruchtknoten oder die Samenknospen wirken kann, insofern hier die letzteren erst durch sie zur Weiterentwickelung angeregt, ja selbst erst nach der Bestäubung die Samenknospen überhaupt angelegt werden, während bei unterbleibender Bestäubung die Placenten steril bleiben. Aehnlich wird auch bei den Cupuliferen, Betulaceen u. s. w. die Entwickelung der Samenknospen gewöhnlich erst durch die stattgefundene Bestäubung veranlasst.

744. Innerhalb der Micropyle, in welcher der Pollenschlauch bisweilen blinddarmartige Aussackungen treibt (Fig. 260, PS), trifft derselbe entweder auf noch vorhandenes Gewebe der Kernwarze, welches er durchwachsen muss; oder er stösst sofort auf den Embryosackscheitel oder gar auf den vorragenden Eiapparat (§ 737). Die oft erweichte Membran des Embryosackes wird dann manchmal von dem Pollenschlauchende eingestülpt, bei Canna sogar durchwachsen. Zur Uebertragung des befruchtenden Stoffes genügt das Anlegen des Pollenschlauches an eine der Gehülfinnen; die Ei-

zelle selbst wird in keinem Falle berührt. Die Befruchtung und Embryoentwickelung erfolgt dann gewöhnlich schon nach kurzer Zeit; nur selten vergehen noch Tage bis Wochen (Fagus, Juglans, Quercus, Aesculus, Acer, überhaupt viele Bäume), oder Monate (fast 6 bei Colchicum autumnale) oder fast 1 Jahr (bei den Quercus-Arten mit 2jähriger Samenreife), ehe sich die Folgen der stattgehabten Befruchtung in der beginnenden Embryobildung bemerkbar machen.

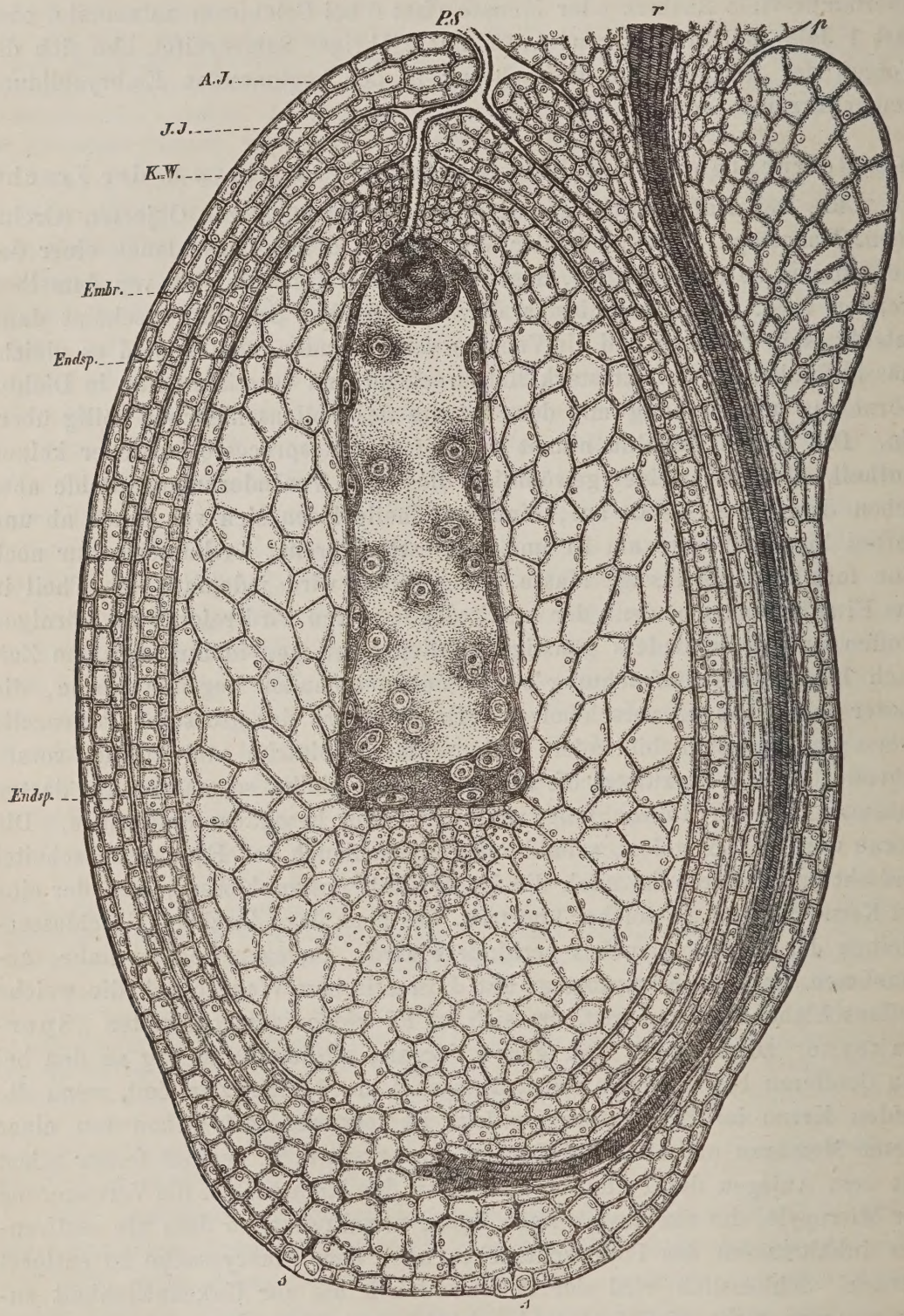
Die Befruchtung u. die Entwickelung des Embryo u. der Frucht.

745. Der Befruchtungsact zeigt sich an günstigen Objecten (Orchideen, Monotropa, Torenia) in der Weise, dass der Pollenschlauch einer der Gehülfinnen so fest anhaftet, dass er eher zerreisst, als sich von derselben trennen lässt. Das Protoplasma der betreffenden Gehülfin erscheint dann getrübt, sein Zellkern und die Vacuole verschwinden, später wird es gleichmässig feinkörnig, zuletzt stark lichtbrechend und es stimmt nun in Dichte, Körnelung und Färbung mit dem Inhalte des Pollenschlauches völlig überein. Die zweite Gehülfin nimmt am Befruchtungsprocesse entweder keinen Antheil, oder sie erleidet gewöhnlich dieselben Veränderungen. Beide aber geben dann ihre Gestalt auf, einzelne Theile lösen sich von ihnen ab und haften hier und dort am Ei und schliesslich grenzt an letzteres nur noch eine formlose, zähflüssige Masse. Von dieser wird jedenfalls ein Theil in das Ei aufgenommen, denn der Inhalt des letzteren wird reicher an körnigen Stoffen und in besonders günstigen Fällen sieht man in ihm geraume Zeit nach Beginn der Befruchtung zwei neben einander liegende Kerne, die später mit einander verschmelzen. Da der Kern der grösseren Pollenzelle zuerst in den sich bildenden Pollenschlauch eintritt und in ihm voranschreitet (§ 721), ja zuletzt oft allein erhalten bleibt, so mag es auf dessen Substanz bei der Befruchtung vielleicht ganz besonders ankommen. Die Kerne werden aber gelöst, sobald der Pollenschlauch den Embryosackscheitel erreicht und dadurch ist auch die Möglichkeit ausgeschlossen, dass der eine der Kerne geformt als solcher übertritt, was noch dazu durch das Geschlossenbleiben des Pollenschlauches verhindert wird. Dagegen liegt es nahe, anzunehmen, dass die Kernsubstanz auf diosmotischem Wege durch die weiche Pollenschlauchmembran tritt, um sich im Ei wieder zum geformten „Spermakerne“ zu sammeln. Der ganze Vorgang schliesst sich eng an den bei den Coniferen beobachteten Befruchtungsact an (§ 651). Zur Zeit, wenn die beiden Kerne im Ei sichtbar werden, ist letzteres stets schon von einer zarten Membran umhüllt. Bei Orchis, Monotropa u. A. beginnt ferner schon mit dem Anlegen des Pollenschlauches an den Embryosack die Verengerung der Micropyle, die von aussen nach innen vorschreitet, so dass die restirenden Inhaltmassen des Pollenschlauches nach dem Embryosacke zu entleert werden. Schliesslich wird der Pollenschlauch bis zur Unkenntlichkeit zusammengequetscht, vielleicht auch wirklich resorbirt.

746. Noch bevor im befruchteten Ei die ersten Theilungen eintreten, jedenfalls gleichzeitig mit denselben, beginnt im Embryosacke die Bildung des Endosperms (Sameneiweiss, Albumen), das jedoch mit dem ein Prothallium vertretenden gleichnamigen Gewebe der Gymnospermen nicht iden-

tisch ist (vgl. § 647). In allen Fällen wird seine Entwickelung durch die Theilung des Embryosack-Kernes eingeleitet. Bei zahlreichen Dicotylen mit

Fig. 260.



langem, engem Embryosacke wird nach dieser ersten Kerntheilung sofort

Fig. 260. Viola tricolor. Samenknospe im Längsschnitte, kurz nach erfolgter Befruchtung. Nach Kny; stark vergrössert. — *p* Placenta, *r* Fibrovasalstrang, *s* Spaltöffnungen, PS Pollenschlauch, AJ äusseres und JJ inneres Integument, KW Kernwarze des Knospenkernes, Embr Embryo, Endsp Endosperm.

auch der Embryosack der Quere nach getheilt und die beiden Tochterzellen theilen sich darauf durch Quer- und Längswände weiter zum Endospermgewebe (Monotropa, Aristolochiaceen), oder nur die obere (Viscum, Thesium, Melampyrum) oder untere Zelle (Loranthus, Vaccinium, Verbena, Orobanche) liefert dasselbe. Bei den Monocotylen und den meisten Dicotylen mit weitem Embryosacke findet jedoch eine oft wiederholte Zweitheilung des Embryosackkernes statt, so dass schliesslich zahlreiche Kerne den plasmatischen Wandbeleg des Embryosackes meist nur in einfacher (nur in den plasmareicheren Enden oft mehrfacher) Schicht erfüllen, ehe eine Sonderung des übrigen Plasma in Zellen beginnt (Fig. 260, Endsp). Letztere tritt in der Regel nicht an allen Punkten des Embryosackes gleichzeitig ein, sondern schreitet von bestimmten Stellen (bei Myosurus z. B. vom vorderen Ende des Embryosackes) aus fort; doch wird schliesslich der Embryosack von einer einfachen Zellschicht ausgekleidet, dem Anfange des Endosperms, dessen Zellen sich von nun ab nur durch wiederholte Zweitheilung vermehren. Kleinere Embryosäcke werden dabei von dem nach innen wachsenden Endosperm ganz ausgefüllt, grössere erst nach längerer Zeit, bis zu welcher eine mittlere Höhlung des Embryosackes von Vacuolenflüssigkeit erfüllt bleibt. Ein solcher Hohlraum bleibt bisweilen sogar im reifen Samen erhalten, wie in der Brechnuss (Strychnos — in welcher er leer) oder der Cocosnuss (Cocos — in welcher er noch mit Flüssigkeit, der „Cocosmilch" erfüllt ist). In seltenen Fällen ist die Endospermbildung eine rudimentäre, auf das vorübergehende Auftreten weniger Zellen beschränkte (Tropaeolum, Trapa), oder sie unterbleibt ganz (Orchideen, Canna).

Fig. 261.

Fig. 262.

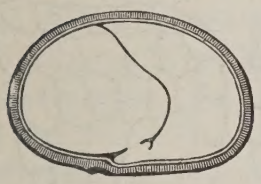


Fig. 263. Fig. 264.

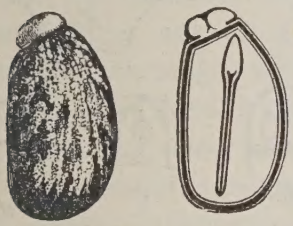


Fig. 265.

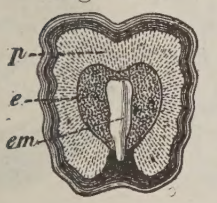
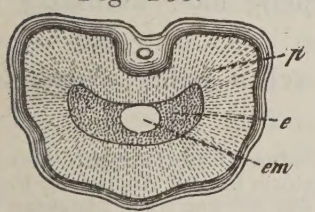


Fig. 266.

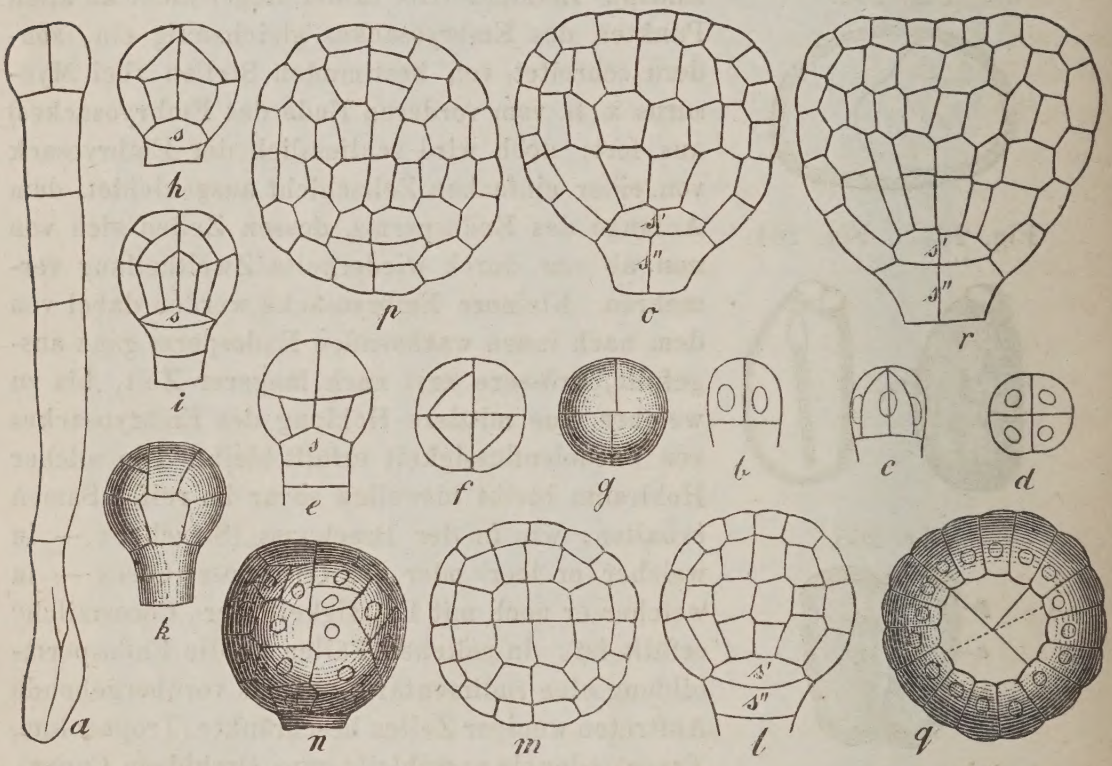


747. Während der Entwickelung des Embryo wird in vielen Fällen das Endosperm vollständig wieder verdrängt, respective zur Ernährung des Keimlinges verwendet, so dass letzterer bei der Samenreife die ganze Samenschale allein ausfüllt, der Same ein endospermfreier (eiweissloser) ist, der seine Reservenahrungsstoffe in den mächtig entwickelten Cotyledonen führt (Amygdalus, Phaseolus, Quercus etc. — Fig. 261, 262). In anderen Fällen wird vom Endosperm um so mehr erhalten, je kleiner der Embryo bleibt, so dass letzterer bei manchen Pflanzen endlich in einer kleinen Höhlung

Fig. 261. Ganzer und **262** halbirter Same von Paullinia sorbilis; natürl. Gr. — Fig. **263.** Ganzer und **264** halbirter Same von Ricinus communis; natürl. Gr. — Fig. **265.** Elettaria Cardamomum. Same im Längsschnitte (Vergr. 5) und Fig. **266** im Querschnitte (Vergr. 8); *p* Perisperm, *e* Endosperm, *em* Embryo.

des Endosperm liegt und letzteres den die Reservenahrung enthaltenden Hauptbestandtheil des endospermhaltigen Samens bildet (Triticum, Coffea, Myristica, Ricinus — Fig. 263, 264). Die Gestalt des reifen Endosperms hängt von der Form des Samens und der Grösse, Gestalt und Lage des Keimlinges in demselben ab. Manchmal kann die Form des Endospermkörpers gute systematische Merkmale abgeben, besonders wenn sie eine von der gewöhnlichen einfachen Gestalt sehr abweichende ist, wie das plattenförmige, mit den Rändern eingeschlagene Endosperm von Coffea, das durch Hineinwachsen brauner Samenschalenfalten marmorirte von Myristica, Areca u. s. w. Von dem feineren anatomischen Baue (Dicke und sonstige Beschaffenheit der Zellwände, Art des Zelleninhaltes) hängt es ferner ab, ob

Fig. 267.



das ausgebildete Endosperm mehlig, fleischig, knorpelig oder hornartig bis knochig hart erscheint.

748. Mit dem Wachsthume des Samens und schon während der Ent-

---

Fig. 267. *a* Zweizelliger Embryo von Camelina sativa auf seinem Embryoträger. *b*—*r* Die ersten Entwickelungsstadien des Embryo von Capsella Bursa pastoris bis zur Anlage der Keimblätter: *b* Embryo bereits in Quadranten getheilt, da derselbe um 45° um seine Längsaxe gedreht wie in *c*, in der Scheitelansicht wie in *d* erscheint; *e*—*g* Auftreten der Dermatogenwände im unteren Stockwerke und zwar *e* im optischen Längsschnitte, *f* Querschnitt des unteren Stockwerkes, *g* Scheitelansicht des noch ungetheilten oberen Stockwerkes; *h* Dermatogentheilungen auch im oberen Stockwerke (Längsschnitt); *i* weitere Theilungen und Sonderung von Periblem und Plerom (Längsschnitt); *k* = *i* in Oberflächenzeichnung; *l* Längsschnitt und *m* Querschnitt desselben Embryo mit den weiteren Theilungen im Periblem und Plerom; *n* Oberflächenansicht eines Embryo, der etwas jünger als der in *l m* gezeichnete ist (man sieht schief auf den Scheitel); *o* und *p* Längs- und Querschnitt eines etwas älteren Embryo, der in *p* die im Periblem und Plerom verschiedene Theilung zeigt; *q* Ansicht eines Embryo wie *o* von unten, die ersten Theilungen in der oberen Anschlusszelle (Punktlinie) und die der unteren Anschlusszelle zeigend; *r* Längsschnitt eines Embryo zur Zeit der Anlage der Keimblätter. — *s* Anschlusszelle und in den älteren Entwickelungsstadien *s'* die obere, *s''* die untere Anschlusszelle. — Alle Figuren nach unveröffentlichten Handzeichnungen von A. Prazmowsky. Vergr. 440.

wickelung des Endosperms vergrössert sich der Embryosack gewöhnlich noch mehr, als dies bereits früher der Fall war, und verdrängt jetzt das etwa noch übrige Knospenkerngewebe (vgl. § 735). In einzelnen Fällen aber bleibt das letztere als sogenanntes Perisperm erhalten; es füllt sich mit Reservenahrung und unterstützt das mehr oder minder reducirte Endosperm in seinen Functionen, oder es vertritt in einzelnen Fällen das (fehlende) Endosperm vollständig (Scitamineen, Nymphaeaceen und Piperaceen; Fig. 265, 266).

749. Während sich im Embryosacke das Endosperm entwickelt, findet auch die Ausbildung des befruchteten und mit der Embryosackwand verwachsenen Eies zum Embryo oder Keimling statt. Da die verschiedenen Angiospermen hierin mancherlei Abweichungen zeigen, sollen die wichtigsten Typen kurz gesondert erläutert werden. Für einen grossen Theil der Dicotylen mit normal gebautem, zweikeimblätterigem Embryo kann Capsella Bursa pastoris als Beispiel dienen. Bei dieser wächst das Ei zunächst zu einem ziemlich langen Schlauche aus, der durch eine Anzahl von Querwänden gegliedert wird. Aus der frei in den Embryosack vorragenden Endzelle dieses Zellenfadens geht der Hauptsache nach der Embryo hervor; die übrigen Zellen bilden den Embryoträger (Fig. 267 *a*). Die kleine Zelle der Embryoanlage schwillt nun allmählich kugelig an und wird dabei durch 2 in der Längsaxe einander rechtwinkelig kreuzende Längswände in Quadranten (Fig. 267 *a*—*d* und deren Erklärung) und bald darauf durch 4 Querwände in Octanten getheilt. Aus dem oberen der beiden so entstandenen Stockwerke gehen später Stammscheitel und Keimblätter, aus dem unteren (dem Embryoträger angrenzenden) hypocotyles Glied und Wurzel hervor. Je eine Tangentialwand zerlegt jetzt zuerst die unteren (Fig. 267 *e*, *f*), dann auch die oberen Octanten (Fig. 267 *h*) in äussere Dermatogen-Mutterzellen und in innere Zellen, aus welchen durch wiederholte Längs- und Quertheilungen (Fig. 267 *i*, *h*, *m*) Periblem und Plerom hervorgehen,

Fig. 268.

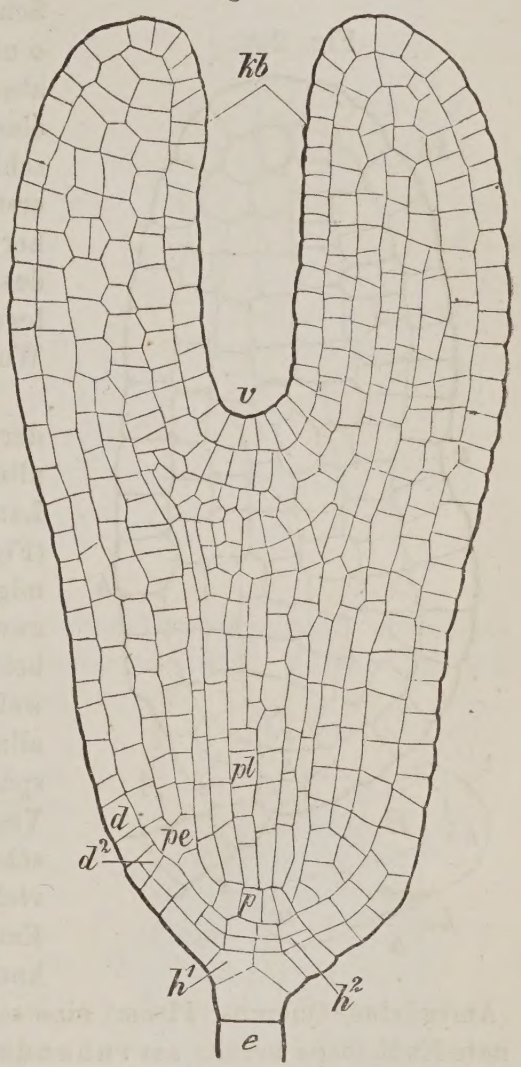
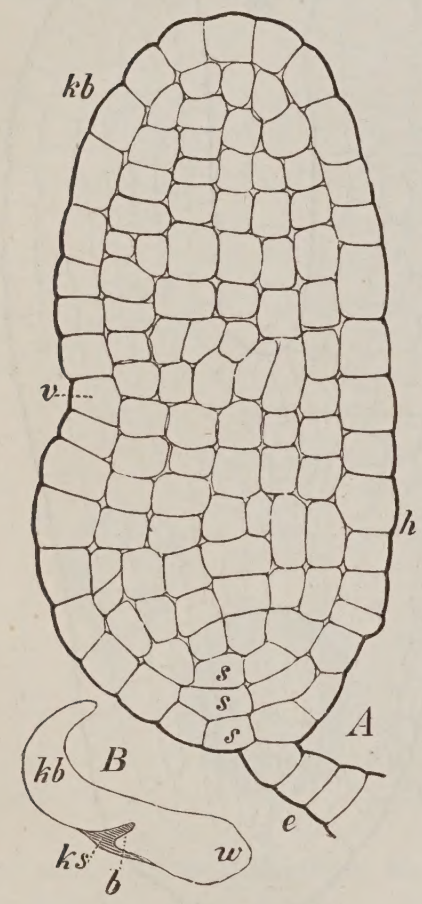


Fig. 268. Capsella Bursa pastoris. Weiter vorgeschrittener Keimling mit schon stark entwickelten Cotyledonen (nach Hanstein — Vergr. 300). *c* Embryoträger, *kb* Cotyledonen, *v* Vegetationspunkt, *pl* Plerom, *pe* und *p* Periblem, d^1 und d^2 Dermatogen, h^1 und h^2 Wurzelhaubenkappen.

während im Dermatogen (mit Ausnahme des an der Wurzelhaube sich betheiligenden) nur noch Radialwände auftreten. Im unteren (Wurzel-) Ende schliessen jedoch diese Gewebeschichten vorläufig noch nicht zusammen. Hier liegt, etwas nach innen vorgewölbt, die letzte Zelle des Embryoträgers, die Hypophyse oder Anschlusszelle (Fig. 267 *e*, *h*; *s*), die sich noch durch eine Querwand theilt und so die Schlusszellen (Fig. 267 *l*: *s'* und *s''*) erzeugt, welche sich jetzt an der Weiterbildung des Wurzelendes des Keimlinges betheiligen. Beide Schlusszellen theilen sich nämlich durch (zunächst kreuzweise auftretende — Fig. 267 *o*, *q*, *r*) Längswände, und während so die Schicht der oberen Schlusszellen (Fig. 267 *o* und *r*: *s'*) den Periblemkörper der Wurzel abschliesst, geht aus der unteren (*s''*) durch eine Quertheilung aller Zellen die Schlussschicht des Dermatogens und zugleich die erste (äusserste) Kappe der Wurzelhaube hervor. Wiederholte tangentiale Spaltungen des in der Region des Wurzelscheitels gelegenen Dermatogens verstärken künftig die Wurzelhaube (vgl. weiter § 192).

Fig. 269.



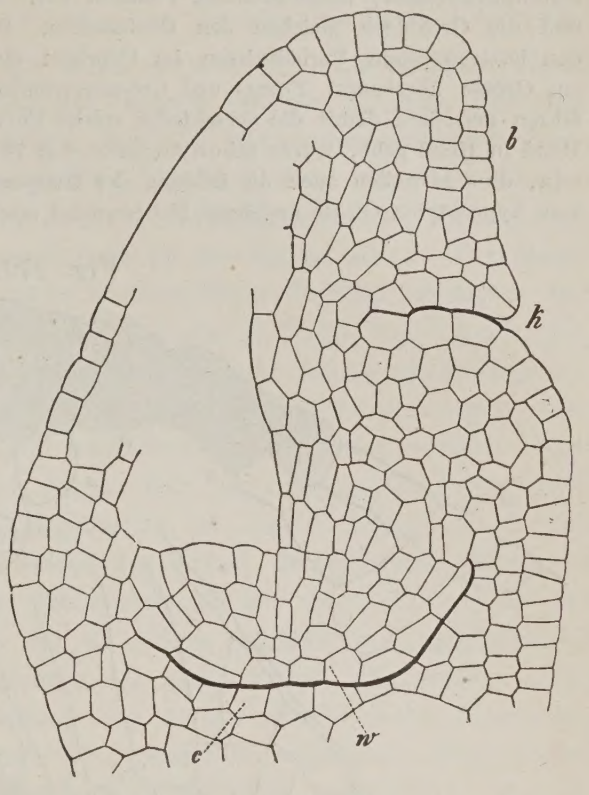
Mit seiner Vergrösserung flacht sich der anfänglich kugelige Embryo am Scheitel allmählich ab (Fig. 267 *o*), so dass er im Längsschnitte bald fast dreieckig erscheint (Fig. 267 *r*). Kurz darauf wird er herzförmig, indem rechts und links vom Scheitel zwei umfangreiche Zellgewebshöcker als die beiden Keimblätter (Cotyledonen) auftreten, welche anfänglich spreizen, dann aber sich allmählich zusammenlegen (Fig. 268 *kb* — später wie in Fig. 264) und den kleinen Vegetationspunkt des Axenscheitels zwischen sich schliessen, der bei Capsella und vielen anderen Dicotylen auch am reifen Embryo noch nicht als beblätterte Endknospe vorhanden ist, während andere (Amygdalus, Quercus, Pisum) eine solche beblätterte, als Plumula bezeichnete Endknospe bereits am ruhenden (d. h. noch im Samen eingeschlossenen) Embryo zeigen.

750. Alisma Plantago, als Typus einer monocotylen Pflanze, verhält sich in den ersten Entwickelungsstadien ähnlich wie Capsella; nur bildet sich hier der gesammte Scheitel zu dem einzigen vorhandenen Keimblatte aus und der künftige Stammscheitel der Pflanze entsteht in einer

Fig. 269. Alisma Plantago. A Junger Embryo mit beginnender Sonderung des Gewebes in Keimblatt und hypocotyles Glied (Vergr. 300). B Reifer Embryo im Längsschnitte schwach vergr. Nach Hanstein. *kb* Keimblatt, *v* Vegetationskegel-Anlage, *h* hypocotyles Glied, *s* Schlusszellen, *w* Wurzel, *b* zweites Blatt, *ks* Cotyledonarspalte, *e* Embryoträger.

seitlich unterhalb des Keimblattes auftretenden, zuerst flachen (Fig. 269 *v*), zuletzt tief spaltenförmigen Grube, der sogenannten Cotyledonarspalte. Es betheiligen sich ferner an seinem Aufbau die Zellen der Primäranlage in der Weise, dass aus der Endzelle das Keimblatt, aus der nächst angrenzenden Zelle das hypocotyle Glied mit dem Stammscheitel, aus der drittunteren Zelle die Wurzel hervorgeht, während die 4. und 5. Zelle des primären Zellenfadens als Hypophyse zur Embryobildung herangezogen werden. Triticum und andere Gräser gehen noch einen Schritt weiter, indem sie überhaupt keinen Embryoträger entwickeln, sondern das durch Querwände rasch in meist 3 Zellen getheilte Ei in seiner Gesammtheit zum Embryo ausbilden. Zugleich zeichnen sich die Gräser dadurch aus, dass sie ihren Wurzelscheitel endogen derart anlegen, dass derselbe (ausser von der Wurzelhaube) von einer mehr oder minder mächtigen Gewebeschicht, der sogenannten Wurzelscheide (Coleorrhiza) bedeckt bleibt, welche bei der Keimung von der Wurzel durchstossen wird (Fig. 270; vgl. § 11).

Fig. 270.



751. Von bemerkenswerthen Abweichungen in der Embryoentwickelung von den geschilderten Typen mögen nur wenige kurze Erwähnung finden. Bei den Monocotylen entsteht das Keimblatt nicht immer terminal, sondern in den Familien der Dioscoraceen und Commelinaceen tritt der Stammscheitel am Embryo sehr früh und in völlig oder nahezu terminaler Stellung auf und wird erst durch die Entwickelung des seitlich angelegten Keimblattes in eine seitliche Lage gebracht. Gewisse Dicotylen (Ranunculus Ficaria, Corydalis-Arten, Cyclamen, Trapa, Carum Bulbocastanum) bilden nur ein Keimblatt kräftig aus; das andere bleibt verkümmert, oft so rudimentär, dass die Embryonen denen monocotyler Gewächse täuschend ähnlich sind (pseudomonocotyle Embry-

Fig. 271.

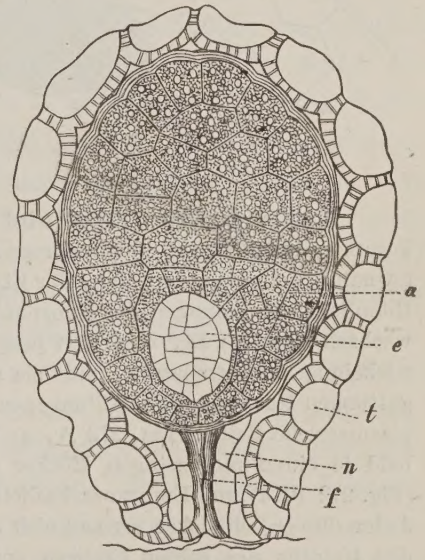
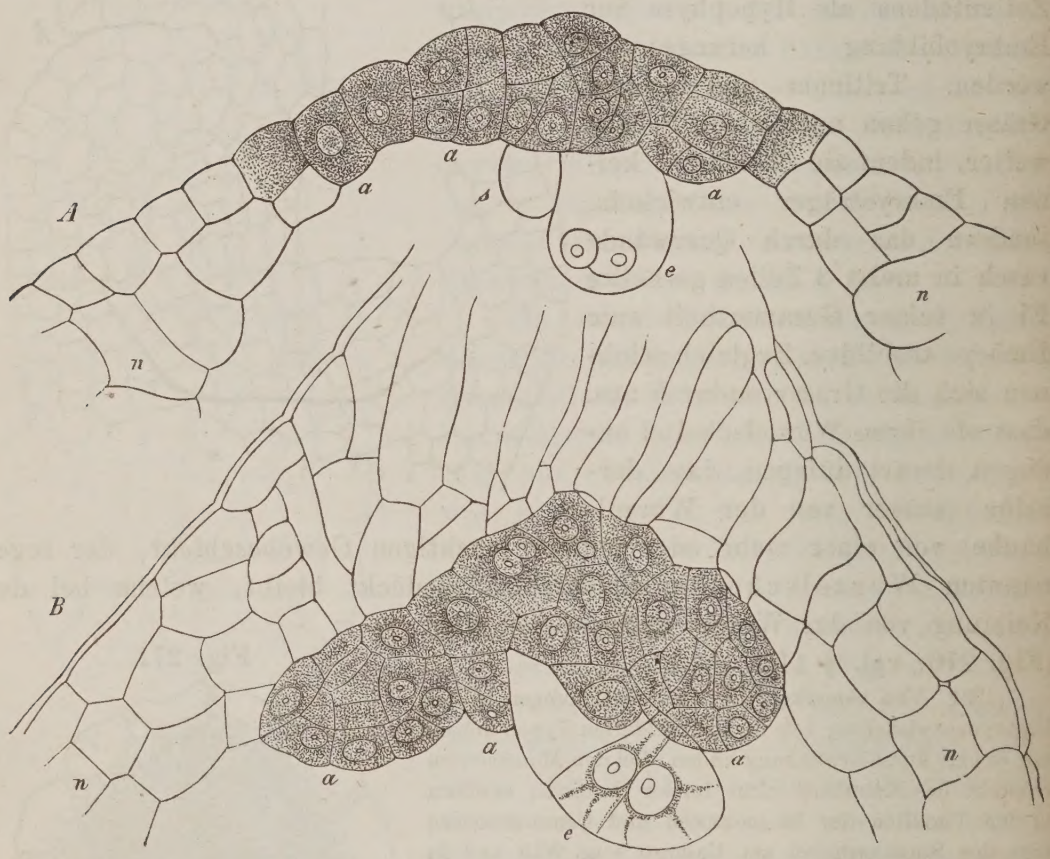


Fig. 270. Triticum vulgare. Oberer Theil eines halbreifen Embryo im Längsschnitte: *b* Keimblatt, *k* Cotyledonarspalte, *w* Wurzelanlage und *c* angrenzender Theil der Wurzelscheide. Nach Hegelmaier. Vergr. 360.

Fig. 271. Orobanche Hederae. Medianer Längsschnitt des reifen Samens: *t* Samenschale: *a* Endosperm; *e* Embryo; *f* steriles Stück des Embryosackes und *n* die dasselbe umgebenden Reste des Knospenkernes. Nach Koch. Vergr. 200.

onen). Noch weiter geht die Reduction des Embryo bei Schmarotzern und Humusbewohnern. Cuscuta besitzt zwar noch ein Wurzelende am Embryo, aber keine Cotyledonen mehr, und bei Orobanche unterbleibt jede Gliederung, so dass der Embryo einen kleinen eiförmigen, wenigzelligen Körper bildet. Dergleichen rudimentäre Embryonen kommen jedoch auch bei chlorophyllgrünen, assimilirenden Pflanzen vor. So entspricht Juncus der Gattung Cuscuta und die Orchideen gleichen den Orobanchen. Dass die Embryonen auch abgesehen von den letzterwähnten Verhältnissen im Uebrigen eine sehr verschiedene Ausbildung in Bezug auf Grösse überhaupt, Form- und Grössenverhältnisse der Keimblätter und Wurzel etc. erfahren und dass damit die verschieden starke Entwickelung des Endosperms im reifen Samen Hand in Hand geht, wurde schon angedeutet (§ 747). Hier mag nur noch darauf hingewiesen sein, dass bisweilen auch die Bildung der Hauptwurzel unterbleibt, welche dann durch eine vom hypocotylen Gliede angelegte Nebenwurzel ersetzt wird (Zostera, Ruppia, Utricularia).

Fig. 272.



752. In einzelnen Fällen wird bei Angiospermen Polyembryonie beobachtet, d. h. es kommen im Samen 2 oder mehrere Embryonen vor. Dieselbe kann auf einer constanten oder ausnahmsweisen Verdoppelung der Eizelle beruhen (§ 738), ist aber in der Regel die Folge eigenthümlicher Sprossungen des Knospenkernscheitels, welche zu Adventiv-Embryonen heranwachsen und das Ei, resp. den jungen Embryo bald verdrängen, letzteren nur dann zur Entwickelung kommen lassen, falls sie nicht zu nahe am Ei auftreten (Citrus). In den Liliaceengattungen Nothoscordon (Allium spec.) und Funkia fangen nach vollzogener Befruchtung einzelne plasmareiche Zellen (Fig. 272 A, *a*) des Knospenkernscheitels an, sich lebhaft zu theilen und bald je einen mehrzelligen Höcker zu bilden, der in die Knospenkernhöhlung hineinwächst (Fig. 272 B, *a*) und Embryosackscheitel nebst Ei oder jugendlichem Embryo vor sich einstülpt. Jeder dieser Zellhöcker vermag sich zu einem Adventiv-Embryo zu entwickeln, der vollständig den Habitus des echten Embryo annimmt; indessen kommen von oft vielen Anlagen in der

Fig. 272. Funkia ovata. Adventivembryonen (*a*). A Anlage derselben im Knospenkernscheitel *n*; B dieselben weiter vorgeschritten. *s* Synergide, *e* Ei. Nach Strasburger. Vergr. 240.

Regel nur 2—3 zur völligen Ausbildung. Aehnlich verhalten sich Mangifera indica, Evonymus latifolius, Caelebogyne ilicifolia u. A. Bei der letztgenannten neuholländischen strauchigen Euphorbiacee, von welcher in unseren Glashäusern nur weibliche Exemplare cultivirt werden, wurde die Erscheinung der Adventiv-Embryonen früher mit parthenogenetischer Entwickelung des Eies verwechselt (§§ 349, 389, 433). Letzteres geht indessen zu Grunde und die erwähnten Sprossungen treten an seine Stelle. Ueber die Anlage zur Polyembryonie bei Rosa vgl. § 738.

753. Mit der Entwickelung des Embryo und des Endospermes Hand in Hand geht endlich die Ausbildung des Samens und der Frucht. Die sich zum Samen umbildende Samenknospe erleidet die mannigfachsten Veränderungen, die darin gipfeln, durch Entwickelung einer sehr verschieden gebauten Samenschale (testa) dem Embryo (oder Embryo und Endosperm) bis zur Keimung zunächst geeigneten Schutz zu gewähren, was in der Regel durch die Differenzirung von Schichten dickwandiger Zellen, besonders der Epidermis der Testa, erreicht wird. Dabei kann in Folge von Theilungen in den anfänglich wenigschichtigen Integumenten, aus denen einschliesslich des Knospengrundes die Samenschale in den meisten Fällen hervorgeht, die Zahl der Zellenschichten der fertigen Samenschale gesteigert werden. Umgekehrt werden häufig auch ganze Lagen der Integumente resorbirt oder bis zur Unkenntlichkeit zusammengequetscht, so dass schliesslich oft nur eine Zellenschicht als Testa übrig bleibt (Fig. 271 *t*). In anderen Fällen, wie z. B. bei den Oxalideen, fällt dem Knospenkerne der Hauptantheil an der Bildung der Samenschale zu und die zu einem elastischen Schwellgewebe umgestalteten Integumente übernehmen die Ausstreuung der Samen. Bei anderen Pflanzen wird die Verbreitung der reifen Samen durch Entwickelung von Zacken, Höckern, Haaren (Asclepiadeen, Salicineen, Gossypium), Flügeln (Bignoniaceen) etc. der Samenschalenepidermis unterstützt; oder im Wasser leicht quellbare Zellenschichten übernehmen eine derartige Rolle, um weiterhin sogar noch die Keimung solcher Samen zu erleichtern (Linum, Plantago), Verhältnisse, die in ihrer weitgehenden Mannigfaltigkeit hier nicht speciell verfolgt werden können.

754. Die am ausgefallenen Samen leicht kenntliche Stelle, wo er sich vom Funiculus abgelöst hat, wird als Nabel (hilus) bezeichnet. Auch die Micropyle ist häufig noch am reifen Samen als in der Mitte leicht vertiefte Warze bemerkbar. Manche Samen (Chelidonium, Viola, Euphorbia, Ricinus — Fig. 263, 264) entwickeln an der Anheftungsstelle des Funiculus verschieden gestaltete Zellgewebswülste, die als Caruncula (Strophiola) bezeichnet werden und von dem bereits früher erwähnten Samenmantel (Arillus) vielleicht nicht wesentlich verschieden sind. Bei einzelnen Monocotylen erfahren gewisse mehr oder minder ausgedehnte Partieen der Samenschale Ausbildungen derart, dass sie geeignet sind, sich bei der Keimung von dem übrigen Theile der Testa als Samendeckel (operculum) zu trennen. Die schon am Baume keimenden Samen von Rhizophora Mangle lassen das Endosperm theilweise zur Micropyle herauswachsen, den Embryo dagegen vorläufig bis zur Keimung im grösseren eingeschlossenen Theile stecken, während bei der sich ähnlich verhaltenden Avicennia officinalis das Endosperm ganz hervorwächst und den Embryo mit sich führt. Bei Crinum capense und einigen anderen Amaryllideen zersprengt das wachsende Endosperm die Samenschale und sogar die Wand des Fruchtknotens und erzeugt

Chlorophyll. Ricinus dagegen lässt eine derartige Vergrösserung des Endosperms erst bei der Keimung eintreten.

755. In der Systematik sind Gestalt und Lage des Embryo im reifen Samen oft von Wichtigkeit. Es kommt darauf an, ob der Embryo gerade, gebogen oder spiralig gerollt ist etc. (vgl. z. B. die Cruciferen), ob er neben dem Endosperm liegt (Gramineen) oder axil im Scheitel desselben (Piper) oder in der Nähe der Chalaza (Colchicum) oder durch die ganze Axe gestreckt (Ricinus) u. s. w. Da das Würzelchen (die Radicula) immer gegen die Micropyle gerichtet ist und die Anheftungsstelle des Samens auch nach dem Ausfallen des letzteren durch den Nabel angegeben wird, so kann man nach Lage des Embryo und des Nabels auch auf die frühere Form der Samenknospe schliessen, falls nicht zu bedeutende Aenderungen in der Wachsthumsrichtung des reifenden Samens eingetreten sind. In dem aus der atropen Samenknospe hervorgegangenen Samen z. B. hat der gerade Embryo seine Wurzel gegen die Spitze gerichtet (vom Anheftungspunkte weggewendet) oder er ist antitrop; in dem Samen aus einer völlig anatropen Samenknospe dagegen ist er mit dem Würzelchen gegen den Anheftungspunkt gekehrt, hat also die Richtung des aufsteigenden Funiculus (resp. der Raphe oder die ursprüngliche Wachsthumsrichtung der Samenknospe), er ist homotrop. War dagegen die Samenknospe eine amphitrope (hemi- oder lycotrope), d. h. auf dem Funiculus in Gestalt eines ⊤ so orientirt, dass die eine Hälfte des nicht gekrümmten Knospenkernes mit der Micropyle nach der einen, die andere mit der Chalaza nach der entgegengesetzten Seite gerichtet war, so ist auch der gerade Embryo amphitrop. Zu berücksichtigen ist dann noch, dass die Samenknospe aufrecht, hängend oder horizontal sein kann (§ 733), die Wurzel des Embryo also mit Rücksicht auf die Orientirung der Samenknospe im Fruchtknotenfache als nach oben oder unten gewendete oder horizontale zu bezeichnen ist. Eine aufrechte anatrope Samenknospe erzeugt also einen mit der Wurzel abwärts, eine hängende anatrope Samenknospe dagegen einen mit der Wurzel aufwärts gekehrten Embryo.

756. Die in der Fruchtknotenwand vorgehenden Veränderungen führen zur Entwickelung der verschiedenartigsten Fruchtformen, die sich im Allgemeinen in 2 Hauptgruppen ordnen lassen:

I. Trockene Früchte. Fruchtwand (Pericarp) durch Verschwinden des Zellsaftes aus derselben holzig oder lederartig zähe.

A. Trockene Schliessfrüchte. Pericarp nicht aufspringend, sondern den dünnschaligen Samen bis zur Keimung einhüllend.

α. Einsamige trockene Schliessfrüchte.

a. Nuss (nux). Pericarp durch verholztes, sclerenchymatisches Gewebe dick und hart (Corylus).

b. Achaene (achaenium). Pericarp dünn, lederartig zähe, dem Samen dicht anliegend, doch von der Samenschale frei (Compositen).

c. Caryopse (caryopsis). Von der Achaene durch die mit der Samenschale verwachsene Fruchtschale verschieden (Gramineen).

β. Zwei- und mehrfächerige trockene Schliessfrüchte, die meist in so viele Mericarpien oder Spaltfrüchte (welche Nüsschen oder Achaenen gleichen) zerfallen, als sie Fächer besitzen (Umbelliferen, Geraniaceen, Labiaten, Acerineen etc.).

B. Trockene Springfrüchte oder Kapseln. Das Pericarp entlässt bei der Reife die meist mit einer kräftig ausgebildeten, harten oder zähen Schale bekleideten Samen, indem es sich in bestimmter Weise öffnet.

α. Kapseln der Länge nach aufspringend.

a. Balgfrucht (folliculus). Pericarp aus nur einem Carpell gebildet, welches längs der verwachsenen, die Placenta tragenden Ränder (Naht) aufspringt, manchmal die stets einfächerige Frucht nur am Scheitel öffnet (Delphinium, Helleborus, Illicium).

b. Hülse (legumen). Das einzige, die einfächerige, selten durch falsche Scheidewände mehrfächerige Frucht bildende Carpell springt sowohl in der Naht, als auch in seiner Rückenlinie, also zweiklappig spaltend auf (Mehrzahl der Leguminosen).

c. Schote (siliqua). Aus zwei Carpellen gebildet, die sich bei der Reife von unten her von einer stehenbleibenden, an den Rändern die Samen tragenden Längsscheidewand ablösen (Cruciferen).

d. Kapsel (capsula — im engeren Sinne), aus einem polymeren, ein- oder mehrfächerigen Fruchtknoten entstanden, bei der Reife der Länge nach mit zwei oder mehr Klappen aufspringend, die entweder nur eine Strecke weit vom Scheitel abwärts sich trennen (Aufspringen mit Zähnen — Primula), oder sich bis zum Grunde lösen. Werden bei mehrfächeriger Kapsel die Scheidewände selbst gespalten, so heisst die Art des Aufspringens wandspaltig (dehiscentia

septicida — Colchicum); wird jedes Carpell in der Mitte zwischen zwei Scheidewänden gespalten, fachspaltig (d. loculicida — Tulipa); dabei kann je eine ganze Scheidewand auf der Mitte der Klappen sitzen bleiben, oder ein Theil jeder Scheidewand oder die ganzen Scheidewände bleiben zu einer mittelständigen, mehr oder minder geflügelten Säule vereinigt, von der sich auch die Klappen ablösen (d. septifraga — Rhododendron). Auch bei einfächeriger Kapsel kann die Dehiscenz in den Carpellblatträndern (Gentiana) oder in der Mittellinie der Carpelle (Viola) erfolgen.

β. Kapseln quer aufspringend: Büchsenfrucht (pyxidium). In Folge eines Ringrisses fällt der obere Theil der Fruchtwand wie ein Deckel ab (Plantago, Anagallis, Hyoscyamus).

γ. Porenkapseln, bei denen durch Ablösung kleiner Lappen an bestimmten Stellen des Pericarps Oeffnungen von geringem Umfange entstehen (Papaver).

II. Saftige Früchte. Pericarp durchweg oder mindestens in seinen äusseren Schichten bis zur Reifezeit saftig bleibend oder fleischig werdend.

A. Saftige Schliessfrüchte. Pericarp geschlossen bleibend, die Samen nicht entlassend.

α. Steinfrucht (drupa). Innerhalb einer äusseren hautartigen Schicht (Epicarp) liegt ein meist dickes Mesocarp von pulpöser Beschaffenheit (Sarcocarp) und unter diesem als innerste Schicht (Endocarp) ein steinhartes, sclerenchymatisches Gewebe (Stein), das den meist dünnschaligen Samen umschliesst (Amygdaleen).

β. Beere (bacca). Innerhalb des hautartigen bis lederigen, selbst harten Epicarpes entwickelt sich das übrige Gewebe als saftige, die meist in Mehrzahl vorhandenen, in der Regel hartschaligen Samen einschliessende Pulpa (Ribes, Solanum, Phoenix, Cucurbita).

B. Saftige Springfrüchte. Das saftige, doch nicht pulpöse Pericarp entlässt aufspringend die meist mit kräftiger Schale versehenen Samen. Der Kapsel entspricht hier die Frucht von Aesculus, der Steinfrucht diejenige von Juglans, der Beere die von Nuphar.

757. Aehnlich wie der mehrfächerige Fruchtknoten bei der Reife seine Fächer als geschlossene Theilfrüchte (siehe unter I, A, β) sich trennen lassen kann, bleiben bei Pflanzen mit polycarpischen Blüthen (§ 723) die aus den einzelnen nicht verwachsenden Carpellen hervorgehenden Früchte oft zu einem fruchtähnlichen Ganzen auf der Blüthenaxe vereinigt und bilden somit eine Sammelfrucht (Syncarpium — Rubus, Ranunculus, Illicium). In anderen Fällen erfahren Blüthenstiel (Anacardium), Blüthenboden (Fragaria, Rosa, Pirus), oder selbst Theile der Blüthenhülle (Cassytha) Veränderungen derart, dass sie fruchtartiges Aussehen erhalten und eine Scheinfrucht bilden. Bei Ananassa, Morus und Ficus bilden sogar ganze Blüthenstände die fleischige Scheinfrucht; und bei den Cupuliferen entsteht um eine einzelne Frucht (Quercus, Corylus) oder um mehrere Früchte (Fagus, Castanea) schon frühzeitig eine aus verwachsenen Blättern gebildete, als Cupula bezeichnete Hülle, welche die Früchte theilweise oder ganz einschliesst und im letzteren Falle bei der Reife kapselartig wieder aufspringt (Fagus, Castanea). Modificationen in der Fruchtbildung werden weiter dadurch hervorgerufen, dass ein oder mehrere Fächer eines Fruchtknotens fehlschlagen und an der reifen Frucht beinahe oder ganz unkenntlich sind, ein mehrfächeriges Ovarium also unter Umständen eine einfächerige und dann oft auch in der Zahl der Samenknospen reducirte Frucht liefert (Quercus).

XI. Classe. Monocotyledoneae.

Einkeimblätterige Samenpflanzen (S. 169).

758. Axe mit zerstreut dem Grundgewebe eingebetteten, sehr selten (bei einzelnen Dioscoreen) nach Art der Dicotylen geordneten, in der Regel collateralen, stets geschlossenen Fibrovasalsträngen, ohne secundäres Dickenwachsthum, nur in seltenen Fällen (baumartige Liliaceen) ein solches vorhanden, doch nicht von den primären Gefässbündeln ausgehend (§ 182). Blätter alternirend, 2zeilig oder spiralig, selten wirtelig geordnet, meist sitzend und ganz oder zu einem grossen Theile stengelumfassend, oft mit sehr ausgeprägter Scheidenbildung, in der Regel einfach und ganzrandig, ohne Nebenblätter, ihre Nervatur längsstreifig, in breiteren Blättern fiederstreifig, nur selten netzig (§§ 648, 685). B typisch aus 5 alternirenden 3gliederigen Wirteln gebildet nach der Formel P 3 + 3 (oder K 3, C 3), A 3 + 3,

G (3); selten die B 2- oder 4zählig oder in einzelnen Fällen durch Abort bis zur Reduction der Blüthe auf ein nacktes Staubgefäss oder Gynaeceum vorkommend. P meist corollinisch, selten calycinisch, oder der äussere Wirtel kelch- und der innere kronenartig. G gewöhnlich mit 3-, seltener 1fächerigem Fruchtknoten, in einzelnen Familien auch polycarpische Blüthen vorhanden (Juncagineae, Alismaceae). Samenknospen meist anatrop und fast ausnahmslos mit 2 Integumenten. Samen gewöhnlich mit stark entwickeltem Endosperm und relativ kleinem Embryo, seltener endospermfrei (Juncagineae, Najadaceae, Orchidaceae) oder das Endosperm durch Perisperm vertreten (Marantaceae). Embryo selten rudimentär (Orchidaceae), meist vollkommen ausgebildet, cylindrisch, zapfenförmig oder conisch, in einigen Fällen gekrümmt (Potamogeton), mit nur einem, die hypocotyle Axe an Masse gewöhnlich übertreffenden Keimblatte, die Keimpflanze daher mit alternirender Blattstellung beginnend. Hauptwurzel bald nach der Keimung absterbend und durch Nebenwurzeln ersetzt.

759. Die Monocotylen bilden eine in den habituellen Merkmalen ihrer Formen meist so ausgezeichnete Gruppe, dass auch der Anfänger sie leicht erkennt. Die deutschen Familien lassen sich folgendermaassen übersichtlich gruppiren. Hier, wie in allen folgenden Familiendiagnosen etc., wurden nur die typischen Charaktere aufgenommen, Ausnahmen nur dann erwähnt, wenn sie häufiger und in auffallender Weise auftreten.

I. Fruchtknoten unterständig.
  A. Perigon mit äusserem kelchartigen und innerem corollinischen, dreigliederigen Kreise: Hydrocharidaceae.
  B. Beide Perigonkreise gleichartig.
    1. Samenträger wandständig: Orchidaceae.
    2. Samenträger axenständig (central).
      a. Perigon kelchartig, grünlich: Dioscoraceae.
      b. Perigon corollinisch, bunt.
        * Drei Staubgefässe: Iridaceae.
        ** Sechs Staubgefässe: Amaryllidaceae.

II. Fruchtknoten oberständig.
  A. Perigonkreise gleichartig.
    1. Perigon corollinisch: Liliaceae (mit Einschluss der Smilaceae, Melanthaceae etc.).
    2. Perigon kelchartig, trockenhäutig: Juncaceae.
    3. Perigon kelchartig, zart: Juncaginaceae.
  B. Perigonkreise ungleichartig, der äussere kelch-, der innere corollenartig: Alismaceae (mit Einschluss der Butomaceae).
  C. Perigon verkümmert oder fehlend, selten besser entwickelt und dann kelchartig (Acorus).
    1. Blüthenstand kolbenförmig oder kopfig.
      a. Blüthenkolben mit grosser Scheide. Perigon fehlend oder sechsgliederig, grünlich: Araceae (Aroideae).
      b. Blüthenkolben ohne Scheide. Perigon fehlend oder haar- oder schuppenförmig: Typhaceae.
    2. Blüthenstand nicht kolbenförmig.
      a. Grasartige Pflanzen mit kahnförmigen Blüthendeckblättern (Spelzen).
        * Halm meist rund, knotig gegliedert, mit 2zeiligen Blättern und meist offenen Blattscheiden. Blüthen mit Vorblatt und Deckblatt: Gramineae.
        ** Halm meist dreikantig, mit 3zeiligen Blättern und geschlossenen Blattscheiden. Blüthen mit oder ohne Vorblatt und mit spelzenförmigem Deckblatte: Cyperaceae.
      b. Untergetauchte oder schwimmende Wasserpflanzen.
        * Perigon unscheinbar oder fehlend. Normal beblätterter Stengel vorhanden: Najadaceae.
        ** Perigon stets fehlend. Stengel laubartig, flach, ohne Blätter: Lemnacea (als Unterfamilie der Araceae).

31. Ordnung. Liliiflorae.

760. Diese Ordnung repräsentirt den Blüthentypus der Monocotylen am reinsten durch die Formel P 3 + 3, A 3 + 3, G $\underline{(3)}$ oder $\overline{(3)}$. Abweichungen kommen dadurch vor, dass die Kreise der meist ✻ und ☿ B normal 2-, 4- oder 5zählig werden (Paris, Aspidistra) oder dass der innere Staubblattwirtel normal nicht zur Entwickelung kommt (Iridaceae). Das P ist in der Regel gross, ansehnlich und corollinisch (Liliaceae, Amaryllidaceae, Iridaceae); seltener wird der äussere Kreis (Bromeliaceae) oder werden beide Kreise kelchartig ausgebildet (Juncaceae, Dioscoraceae). Der meist 3fächerige Fruchtknoten wird zur Kapsel oder Beere und der Same besitzt ein den Embryo allseitig umschliessendes Endosperm.

761. (Fam. 1.) Liliaceae. Stauden, meist Zwiebel-, seltener Knollengewächse, selten holzige Pflanzen oder selbst ♄. B meist gross, P in beiden Kreisen corollinisch. G $\underline{(3)}$, 3fächerig, die meist ∞ Samenknospen im Innenwinkel der Fächer und meist anatrop. Kapsel oder Beere 3fächerig. Keimling meist in der Axe des fleischigen oder knorpeligen Endosperms. 1600 Arten in der gemässigten und warmen Zone, besonders in den Mittelmeerländern, am Cap und in Neuholland. Man unterscheidet die folgenden 4 Unterfamilien:

762. Melanthieae (Colchicaceae). Staubbeutel meist extrors. Fruchtblätter meist an der Spitze und daher auch die 3 Griffel getrennt. Kapsel meist wandspaltig-3klappig (Fig. 273).

A. P einblätterig, mit langer enger Röhre, der glockenförmige Saum 6lappig: Colchicum.

B. P 6blätterig.

1. Staubbeutel nierenförmig, durch eine längs des Scheitels verlaufende Querspalte mit 2 Klappen aufspringend, die dann zusammen eine rundliche Platte bilden. Fruchtblätter nur an der Basis verwachsen: Veratrum.
2. Staubbeutel oval bis fast kugelig, mit 2 seitlichen Längsspalten aufspringend. Fruchtblätter bis zur Mitte verwachsen: Toffieldia.

Wichtigere Arten sind die folgenden: **Colchicum** autumnale L. (Herbstzeitlose). Auf Wiesen im mittleren Westeuropa und im Mittelmeergebiete; liefert Semen Colchici (Bestandtheile: das giftige Colchicin neben Zucker und fettem Oel). Die gleichfalls Colchicin enthaltenden, jetzt nicht mehr gebräuchlichen Knollen bilden sich in folgender Weise. Die Basis des unterirdischen, im Herbste ohne oberirdische Laubblätter blühenden Stengels (Fig. 273 A) ist zur Blüthezeit kaum verdickt und von zwei Scheidenblättern umgeben, auf die einige unentwickelte Laubblätter folgen (Fig. 273 C u. D), von denen das unterste in seiner Achsel die Knospe (Fig. 273 C, *k''*) trägt, welche den nächstjährigen blühenden Stengel treiben soll. Das oberste oder die 2—3 obersten Laubblätter tragen in ihrer Achsel je eine kurz gestielte B. Letztere verwelken im Herbste und bilden in demselben Jahre keine Frucht mehr aus. Erst im folgenden Frühlinge wachsen die Laubblätter über den Boden hervor, das Stengelglied zwischen dem 2. und 3. Laubblatte streckt sich und hebt die Frucht über den Boden, und das zwischen dem 1. und 2. Laubblatte gelegene Internodium (Fig. 273 C, *k'*) wird durch Anschwellung zur neuen Knolle, welche am Grunde die im nächsten Herbste blühende Hauptknospe trägt. Dabei stirbt die alte, den vertrockneten Stengel des zweit-vorhergehenden Jahres auf dem Scheitel, am Grunde einen Büschel schmutzig-brauner Wurzeln tragende, die Reservenahrungsstoffe für den blühenden und fruchttragenden Trieb enthaltende Knolle (Fig. C, D: *k*) allmählich ab, und die Scheide des untersten Laubblattes verwandelt sich in die trockene, dunkelbraune, oben röhrig verlängerte und zerschlitzte, oft mehrere Jahre bleibende Hülle (Fig. 273 D: *h*), welche Knolle und blühenden Stengel umgiebt und innerhalb welcher noch ein paar trockene braune, von den Scheidenblättern herrührende Häute liegen. — **Veratrum** album L. (Germer, weisse Nieswurz), auf Alpenwiesen Europas und Asiens; officinell ist der Wurzelstock, Rhizoma Veratri s. Hellebori albi mit den giftigen Alkaloiden Jervin, Veratroidin etc. neben Jervasäure und Harz. — Schoenocaulon officinale Asa Gray (Sabadilla officinarum Brandt), mit Veratrum verwandt, in Mexiko, Guatemala u. Venezuela heimisch, lieferte die

Fig. 273.

Fig. 273. Colchicum autumnale L. A Blühende Pflanze stark verkleinert, B untere Hälfte derselben in natürl. Gr. C Knolle halbirt, mit zweiblüthiger und D Stück einer Knolle mit

ehedem officinellen Läusesamen (Semen Sabadillae, mit Veratrin, Sabadillin, Sabadillsäure etc. als Bestandtheilen).

763. Lilieae. Staubbeutel intrors, Kapsel fachspaltig-3klappig.

A. Perigonblätter verwachsen.
1. P röhrig-glockig, 6spaltig; Griffel kurz; Narbe ungetheilt: Hyacinthus.
2. P krugförmig, 6lappig oder -zähnig; Griffel fadenförmig; Narbe 3lappig: Muscari.

B. Perigonblätter getrennt oder am Grunde nur schwach zusammenhängend.
1. Pflanzen mit Rhizomen oder mit faserigen oder knolligen Wurzeln, nie mit Zwiebeln.
a. Blüthenstiel gegliedert. P weiss. Staubfäden kahl. Samen ohne Anhängsel: Anthericum.
b. Blüthenstiel ungegliedert. P gelb. Staubfäden behaart. Samen jederseits mit schwanzförmigem Anhängsel. Blätter schwertförmig, reitend: Narthecium.
2. Pflanzen mit Zwiebeln (bei einzelnen Allium-Arten auf einem Rhizom sitzend).
a. Perigonblätter am Grunde ohne Nectarien.
* Antheren mit der Basis den Filamenten aufsitzend: Tulipa.
** Antheren mit dem Rücken den Filamenten aufliegend, schaukelnd.
α. Blüthenstand vor der Blüthezeit von einer Scheide umschlossen. Griffel in einer centralen Vertiefung des Fruchtknotens entspringend: Allium.
β. Scheide 0. Griffel auf der Spitze des Fruchtknotens.
0 P abfallend. A dem Grunde des P eingefügt: Scilla.
00 P welkend. A der Blüthenaxe eingefügt: Ornithogalum.
b. Perigonblätter am Grunde mit Nectarien.
* P bleibend und welkend. Antheren am Grunde befestigt. Kapselfächer wenigsamig: Gagea.
** P abfallend. Antheren auf dem Rücken befestigt, schaukelnd. Kapselfächer ∞samig.
α. Perigonblätter glockig zusammenneigend, mit kreisrundem oder länglichem Nectarium: Fritillaria.
β. Perigonblätter abstehend oder zurückgerollt, mit furchenartigem Nectarium: Lilium.

Wichtigere Arten sind die folgenden:

Die Gattungen Tulipa (Tulpe), Hyacinthus (Hyacinthe), Lilium (Lilie), Fritillaria (Kaiserkrone), Hosta, Hemerocallis u. A. liefern bekannte und beliebte Gartenzierpflanzen. — Küchengewächse sind **Allium** Schoenoprasum L. (Schnittlauch), A. Ascalonium L. (Schalotte — Orient), A. Cepa L. (Zwiebel — Orient), A. sativum L. (Knoblauch — Orient), A. Porrum L. (Porre) etc. Die Blüthenstände der Laucharten tragen oft zwiebelartige Brutknospen (§ 21). — Von **Urginea** Scilla Steinheil (Scilla maritima L., Meerzwiebel — Mittelmeerländer) ist die grosse oberirdische Zwiebel officinell (Bulbus Scillae; Bestandtheile: Scillain, Scillipicrin, Scillitoxin, Scillin neben Zucker und dem als Sinistrin bezeichneten Schleime); wird auch als Topfpflanze cultivirt. — **Aloë** vera L. (A. vulgaris Lam., A. barbadensis Mill.), A. ferox Mill., A. spicata Haw. und A. Lingua Thbg., alle 4 in Südafrika heimisch, liefern die officinelle Aloë lucida; von A. Perryi Baker (Socotra) und vielleicht noch anderen Arten stammt die Aloë socotrina s. hepatica und von einer in Westindien cultivirten Form der A. vera die Aloë barbadensis des Handels. Die genannten Formen besitzen bald einen nur kurzen, bald (A. ferox) bis 5 m hohen und höheren, einfachen oder ästigen Stamm, schliessen sich daher den baumförmigen Arten von Yucca, Dracaena etc. an (§ 182). Die officinelle (Socaloïn, Barbaloïn oder Nataloïn — je nach den Sorten enthaltende) Aloë ist der eingedickte Inhalt besonderer Saftschläuche der dicken, fleischigen, am Rande stachelzähnigen Blätter. — **Yucca** gloriosa L. (warmes Nordamerika) ist beliebte Zierpflanze, Y. filamentosa L. (ebenda) liefert in den Gefässbündeln der Blätter Gespinnstfasern. — **Phormium** tenax L. (Neuseeländischer Flachs — Neuseeland): Pflanze vom Aussehen grosser Schwertlilien; die Fasern der schilfartigen Blätter zu dauerhaften Geweben, Schiffstauen etc. verwendet.

---

einblüthiger Axe. E Oberer Theil der Blüthe halbirt, natürl. Gr. F Fruchtknoten (*o*) auf der von den Blättern befreiten Axe, nat. Gr. und G derselbe sammt den Griffelbasen vergrössert. H Kapseln, natürl. Gr. J Untere Kapselhälfte. K Same vergr. und L solcher im Längsschnitte. *k* Vorjährige Knolle mit vertrocknetem Stengelreste (*s*), *k'* der zur neuen Knolle anschwellende Theil der blühenden Axe und *k''* die zum künftigen Blüthentriebe bestimmte Achselknospe, *h* die braune Hüllhaut der Knolle; *b* zwei im unteren Theile angeschnittene und die Fruchtknoten zeigende Blüthen; *o* Fruchtknoten, *g* Griffel; *e* Embryo.

764. Asparagaceae. Staubbeutel intrors, selten extrors. Frucht eine Beere. B manchmal durch Verkümmerung 2häusig.

A. Alle Blüthenkreise 4- (seltener 3- oder 5-)zählig.

1. A 8. Am Stengel 4 grosse Laubblätter im Quirl: Paris.
2. A (bei unserer Art) 4; P tief 4spaltig. Am Stengel 2 grosse Laubblätter wechselständig: Majanthemum.

B. Blüthenkreise 3zählig.

1. Blüthen ☿.
   a. P röhrenförmig, Staubgefässe in der Mitte der Röhre eingefügt: Polygonatum.
   b. P glockenförmig, Staubgefässe dem Grunde eingefügt: Convallaria.
   c. P bis zur Basis 6theilig, die äusseren Blätter am Grunde sackartig vertieft: Streptopus.
2. B durch Fehlschlagen 2häusig, mit gegliedertem Stielchen. P tief 6theilig: Asparagus.

Wichtigere Arten sind: **Ruscus** aculeatus L. (Südeuropa) besitzt wie die anderen strauchigen Arten der Gattung blattartige Zweige (Cladodien, § 22), die in der Achsel eines kleineren, auf ihrer Fläche stehenden Blattes die unscheinbaren Blüthen versteckt tragen. — **Asparagus** officinalis L. (Spargel), bekannte Gemüsepflanze, deren junge, Asparagin enthaltende Schosse gegessen werden; die scheinbaren nadelförmigen Blätter der ausgewachsenen Triebe sind blattartige und selbst blattlose Zweige in der Achsel unscheinbarer Schuppenblätter (§ 22). — **Dracaena** Draco L. (Drachenbaum; canarische Inseln), Baum von bedeutendem Stammdurchmesser (§ 182); manche Arten dieser, sowie der verwandten Gattung Cordyline, sind wegen ihres palmenartigen Wuchses und der oft rothgefärbten Blätter beliebte Zimmerzierpflanzen. — Convallaria majalis L. (Maiglöckchen) der wohlriechenden Blüthen wegen beliebt.

765. Smilaceae (im engsten Sinne). Von den übrigen Unterfamilien durch die atropen, zu 1—2 in jedem Fache aus der Spitze des Innenwinkels herabhängenden Samenknospen verschieden. B klein, unansehnlich, diöcisch, in Dolden. Frucht eine Beere. Meist hoch klimmende ♄ oder Halbsträucher der wärmeren Klimate.

Ungenügend bekannte Arten der Gattung **Smilax** (S. medica Schlecht. et Cham. im östl. Mexiko, S. officinalis Kth. in Central- u. im nördl. Südamerika), welche die dichten Gebüsche der Fluss- u. Sumpfufer des tropischen Amerika bewohnen, liefern in den Wurzeln ihrer Rhizome die officinelle Sarsaparille (Radix Sarsaparillae — Bestandtheil: Smilacin oder Parillin neben Stärke etc.)

Fossile Liliaceen sind zuerst aus dem Buntsandstein (Yuccites) bekannt; die bis zum Tertiär gehenden 12 Arten, welche 5 Gattungen zugetheilt werden, gleichen sämmtlich den baumartigen Formen aus der Gruppe der Dracaenen und Verwandten. Smilaceen unterscheidet man 50 Arten in 3 Gattungen, die meisten zu Smilax gehörend (45) und alle in tertiären Schichten.

766. (Fam. 2.) Juncaceae. Grasähnliche, ☉ oder ♃ Kräuter mit meist halmartigen Stengeln und spiralig gestellten, schmalen oder stielrunden Blättern mit scheidigem Grunde. B in Spirren, ☿, ✳. P 3 + 3, beide Kreise trockenhäutige, spelzenartige Blätter zeigend; A 3 + 3, selten 3 + 0; G (3) mit 1 Griffel und 3 fadenförmigen Narben. Samenknospe anatrop, Kapsel fachspaltig-3klappig. Samenschale dünn, am Grunde oder an der Spitze oft mit beutelförmigem Anhängsel. Keimling in der Nähe des Nabels. 250 Arten der gemässigten Zonen.

Juncus: Kapsel 1—3fächerig, ∞samig. Samenschale ohne Anhängsel.
Luzula: Kapsel 1fächerig, 3samig. Samenschale mit oder ohne beutelförmiges Anhängsel.
Halme einzelner Juncus-Arten oft zu Flechtwerk dienend, ebenso als Streu benutzt.
Aus den tertiären Schichten kennt man 3 Arten der Gattung Juncus.

767. (Fam. 3.) Amaryllidaceae. Von den Liliaceen durch den unterständigen Fruchtknoten verschieden. P oft mit Nebenkrone. Frucht meist eine fachspaltige Kapsel. B bei einzelnen Gattungen ↑ (Alstroemeria). 400 Arten in der warmen und gemässigten Zone.

A. Staubgefässe der Perigonröhre eingefügt. Perigon regelmässig 6theilig, mit Nebenkrone: Narcissus (Fig. 238, S. 399).

B. Staubgefässe dem Blüthenboden eingefügt.

1. Perigon mit 6 ziemlich gleichen Blättern. Staubbeutel nicht zugespitzt: Leucojum.
2. Aeussere 3 Perigonblätter aufrecht abstehend, viel länger als die 3 inneren, ausgerandeten, aufrechten. Staubbeutel zugespitzt: Galanthus.

Galanthus und Leucojum (Schneeglöckchen), ferner Arten von Narcissus (Narzisse, Tazette) sind häufige Gartenzierpflanzen, wie auch viele Amaryllis-Arten, Clivia etc. in

Fig. 274.

Zimmern gezogen werden. **Agave** americana L., in Mexiko heimisch, in Südeuropa und den Tropen vielfach angepflanzt, zeichnet sich, wie die anderen Arten der Gattung, durch die dicken, stacheligen Blätter aus, die in grundständiger Rosette den kurzen Stamm bedecken, welcher erst nach vielen Jahren (Mexiko in 8—16, Südeuropa 10—20, in Glashäusern 40—80 Jahren)

Fig. 274. Iris florentina. A Blüthe und Blüthenknospe. B Längsschnitt des Gynaeceums; natürl. Gr. — *pa* äusseres und *pi* inneres Perigon, *a* Staubgefässe, *n* Narbe, *c* Griffel, *o* Fruchtknoten.

den oft 12 m hohen Blüthenschaft entwickelt. Der gegohrene Saft dieser, sowie anderer Arten, ist die „Pulque", das Nationalgetränk der Mexikaner. Die Fasern (Pita) werden zu dauerhaften Gespinnsten verschiedener Art verwendet. — Im Tertiär ist Agavites mit einer Art bekannt.

768. (Fam. 4). Iridaceae. Meist 4 Kräuter mit oft knolligen Wurzelstöcken oder sogenannten Knollenzwiebeln (Crocus, Gladiolus). Blätter abwechselnd, grundständig, oft 2zeilig, meist schwertförmig, reitend. B *, selten ↑, ☿, mit dünnhäutigen, scheidenartigen Hochblättern im Blüthenstande. P 3 + 3, A 3 + 0, G $\overline{(3)}$. P corollinisch, am Grunde zu einer Röhre verwachsen. Fruchtknoten 3fächerig, mit 1 Griffel und 3 oft blumenblattartigen oder tutenförmig-röhrigen Narben. Kapsel 3fächerig, vielsamig, fachspaltig-3klappig. Keimling in der Axe des hornigen oder fleischigen Endosperms. 700 Arten in den gemässigten und warmen Zonen, besonders am Cap.

A. Blüthen *.

1. Aeussere Perigonabschnitte zurückgeschlagen, innere aufrecht oder aufrecht abstehend. Griffel kurz. Narben blumenblattartig: Iris.
2. P glockenförmig, mit sehr langer Röhre. Griffel sehr lang. Narben fleischig, keilförmig, tutenförmig eingerollt: Crocus.

B. Blüthen ↑. P fast 2lippig, mit kurzer Röhre. Narben fast blumenblattartig: Gladiolus.

Viele Arten der Gattungen Iris, Crocus und Gladiolus sind beliebte Gartenpflanzen. Officinell ist der Wurzelstock von **Iris** florentina L., Veilchenwurzel, Südeuropa (Rhizoma Iridis — Bestandtheile: ätherisches Oel), aber auch von I. pallida L. und I. germanica L. — ferner die Narben von **Crocus** sativus L., Safran, im Orient heimisch, in Südeuropa gebaut (Bestandtheile: Polychroit als gelber, auch zu technischen Zwecken benutzter Farbstoff). Der sehr kurze unterirdische Stengel der Crocus-Arten schliesst mit Gipfelblüthe oder auch noch mit einer oder mehreren Seitenblüthen ab, alle am Grunde meist von 2 langen, häutigen Scheidenblättern umhüllt und habituell denen von Colchicum (Fig. 273 A) ähnlich. Die für den nächstjährigen blühenden Trieb bestimmte Hauptknospe entwickelt sich in der Achsel des obersten Laubblattes oder des dem Tragblatte der untersten Blüthe voraufgehenden Blattes; der Stengeltheil unter ihr schwillt nach der Blüthezeit zu der von faserigen oder netzig zerschlitzten Resten der Scheidenblätter umhüllten, Reservestoffe aufspeichernden, überwinternden und dann (während der Entwickelung der neuen Knolle) allmählich absterbenden Knolle an. — 3 Arten Iris im Tertiär.

769. (Fam. 5). Dioscoraceae. Windende, 4 Kräuter oder Halbsträucher mit unter- oder oberirdischem Wurzelstocke oder Knollenstamm. Blätter abwechselnd, oft herzförmig, zuweilen gelappt, handförmig-netzaderig. B diöcisch, unscheinbar, klein, grünlich, in achselständigen Aehren oder Rispen. P 3 + 3, A 3 + 3, G $\overline{(3)}$. Bisweilen nur A 0 + 3. Fruchtknoten 3fächerig, mit 2 Samenknospen in jedem Fache. Frucht meist eine häufig geflügelte Kapsel, seltener (Tamus) eine Beere. 150 Arten der heissen und gemässigten Zone.

Tamus communis L. in Süddeutschland und Schweiz. — Die stärkemehlreichen, knolligen Wurzelstöcke mancher Arten werden gegessen. **Dioscorea** alata L. (Molukken, Ostindien heimisch), Yamswurzel, Yam, in den gesammten Tropen als wichtiges Nahrungsmittel gebaut; ebenso D. Batatas Desc., Bataten, D. sativa L. u. a. Arten. Testudinaria Elephantipes Lindl. (Cap) mit dickem Knollenstamm, der durch seine schildförmigen Korkschuppen an einen Schildkrötenpanzer erinnert, wird in Gewächshäusern cultivirt.

Die verwandte kleine Familie der **Taccaceae** (8 Arten im tropischen Asien, Polynesien und Australien) ist ausgezeichnet durch den unterständigen 1- oder unvollkommen 3fächerigen Fruchtknoten mit ∞ Samenknospen auf wandständigen Placenten. Tacca pinnatifida Forst. liefert im Rhizome das tahitische Arrow-root.

770. (Fam. 6.) Bromeliaceae. 4 Kräuter mit verkürzten Stämmen, oder Halbsträucher, häufig epiphytisch und mit Luftwurzeln. Blätter grund-

ständig, grasartig, meist starr, oft dornig gezähnt, stechend, durch schuppenförmige Haare oft graugrün. B meist *, ☿, in Aehren, Trauben oder Rispen mit oft blumenblattartig gefärbten Deckblättern. P 3 + 3, das äussere kelchartig. A 3 + 3, frei, oder unter sich am Grunde oder mit P verwachsen. G (3), ober-, unter- oder halbunterständig, 3fächerig, mit ∞ Samenknospen im Innenwinkel der Fächer, selten (Ananassa) mit nur wenigen aus der Spitze des Innenwinkels herabhängenden. Beere oder wand-, selten fachspaltige Kapsel. Keimling gerade oder gekrümmt, im Grunde des Endosperms. 600 tropische Arten, fast nur in Amerika.

Ananassa sativa Lindl. (Bromelia Ananas L.), Südamerika, der Früchte wegen in allen Tropenländern und bei uns in Gewächshäusern cultivirt. Die Beeren eines Blüthenstandes verwachsen mit einander zu einer Scheinfrucht, die keine Samen entwickelt und von einem die Axe des Blüthenstandes fortsetzenden Blattschopfe gekrönt wird. Die Fasern der Blätter zu Geweben dienend. Tillandsia usneoides L. (Südamerika, epiphytisch) liefert in den von der Rinde befreiten Luftwurzeln die beste Sorte des sogenannten vegetabilischen Rosshaares. — Viele Arten der Familie in unseren Glashäusern cultivirt. — Im Tertiär eine Art bekannt.

Es gehören ferner in diese Ordnung die kleinen Familien der Hypoxideae (ca. 60 Arten, die meisten am Cap), Haemodoraceae (80 Arten in Amerika, Australien und am Cap), Pontederiaceae (30 tropische, vorzüglich amerikanische Arten) etc.

32. Ordnung. Enantioblastae.

Samenknospe orthotrop, der Keimling daher an der Spitze des Endosperms, dem Nabel gegenüber.

771. (Fam. 1.) Commelinaceae. ⊙ oder 4 Kräuter mit abwechselnd gestellten, einfachen, am Grunde scheidigen Blättern. B * oder ↑, ihr Typus P 3 + 3, A 3 + 3, G $\underline{(3)}$. Aeusseres P kelchartig. A oft zum Theil abortirt, oder als Staminodien. Fruchtknoten gewöhnlich 3fächerig, mit wechselnder Zahl der Samenknospen. Kapsel fachspaltig. 350 Arten der heissen Zone.

Arten der Gattungen Tradescantia und Commelina werden oft als Zierpflanzen cultivirt.

Andere Familien dieser Ordnung sind die **Centrolepideae** (30 australische Arten), **Restiaceae** (180 Arten der südöstlichen Hemisphäre, vorzüglich am Cap), **Eriocaulaceae** (100 tropische Arten, vorzüglich Amerikaner und Neuholländer) und **Xyridaceae** (70 tropische, besonders amerikanische Arten), alle meist von grasartigem Wuchse.

33. Ordnung. Spadiciflorae.

B meist eingeschlechtig, klein und ∞ zu einfachen (oft kolbigen) oder verzweigten Inflorescenzen vereinigt, die in der Regel wenigstens anfänglich von einem (oder mehreren) grossen, oft gefärbten Hochblatte, der Scheide (spatha), eingeschlossen sind (S. 442, Fig. 275). P 0 oder unscheinbar und nie corollinisch. Same in der Regel endospermreich, mit meist kleinem Embryo.

772. (Fam. 1.) Palmae. Meist Bäume mit gewöhnlich einfachem, säulenförmigem Stamme von häufig beträchtlicher Höhe, die Blätter im dichten Büschel auf dem Gipfel tragend, manchmal mit Luftwurzeln, häufig mit den Resten abgefallener Blätter bedeckt; andere mit niederliegenden oder sehr verkürzten, noch andere (Calamus) mit rohrartigen, schlanken, meist kletternden Stämmen. Blätter mit scheidenförmiger, stengelumfassender Stielbasis, fieder- oder fächerförmig getheilt (durch Zerreissung während

der Entfaltung). B in achsel- oder endständigen, von meist lederigen Scheiden umschlossenen Rispen, Aehren oder Kolben, ∞, klein, mit oder ohne Deckblätter, monöcisch oder diöcisch, selten ☿, ihr Typus P 3 + 3, A 3 + 3, G (3). Staubgefässe bisweilen vermehrt oder reducirt. Die 3 (selten 2 oder 1) Fruchtblätter bald getrennte einfächerige, bald einen einzigen 1—3fächerigen Fruchtknoten bildend. Samenknospen einzeln grundständig, atrop bis anatrop. Frucht vom bleibenden P gestützt, aus nur 1 oder allen 3 Carpellen hervorgehend und daher 1—3fächerig, beeren- oder steinfruchtartig, mit sehr verschiedenem Bau des Endocarps. Same mit der Frucht oft verwachsen, mit grossem, in der Mitte oft hohlem, mehr oder weniger festem, selbst knochenhartem Endosperm. 1000 Arten, mit wenigen Ausnahmen der heissen Zone angehörend, vorzüglich in Amerika und auf den Sundainseln, nur wenige von grösserer geographischer Verbreitung (z. B. Cocospalme), die meisten mit sehr beschränktem Vorkommen. Zahlreiche Arten finden in den Heimathländern eine mannigfache Anwendung in Haushalt und Gewerbe.

773. **Phoenix** dactylifera L., Dattelpalme, in Nordafrika heimisch und dort, sowie in Asien u. Spanien cultivirt; liefert essbare Früchte und Bauholz. Officinell waren früher die Datteln (Dactyli — Bestandtheil: Zucker), welche in Nordafrika oft ein Hauptnahrungsmittel der Nomaden sind. Sie werden aus nur 1 Carpell des Gynaeceums gebildet und ihr Same („Kern") besteht der Hauptsache nach aus dem von sehr dünner Samenschale umgebenen hornigen Endosperm. — **Cocos** nucifera L., Cocospalme; Inseln und Küsten des indischen und stillen, seltener des atlantischen Oceans: ölreiche Samen als Nahrungsmittel wichtig, das Oel derselben zu verschiedenen technischen Zwecken und officinell (Oleum Cocois), das Mesocarp der grossen Steinfrüchte (Cocosnüsse) zu Gespinnstfasern (Tauen, Matten, Bürsten etc.) benutzt; ferner Bauholz, aus dem Safte der unentwickelten Blüthenstände Palmenwein, in den jungen Blättern Gemüse (Palmenkohl) liefernd. Der sogenannte Kern der Cocosnuss ist das Endocarp der Frucht, welches einen grossen Samen umschliesst, dessen (essbares) Endosperm nur in einer relativ dünnen Schicht ausgebildet ist, während die grosse Höhlung vom Zellsafte des Embryosackes („Cocosmilch") ausgefüllt wird (§ 746). — **Metroxylon** Rumphii Mart. (Sagus Rumphii Willd. — Sundainseln) liefert im Marke des Stammes Sago. — Attalea funifera Mart., Südamerika: die Blattstiele liefern die als „Piassava" in den Handel kommenden, zu festen Tauen, Besen etc. verarbeiteten Fasern. — **Elaeis** guineensis L., Oelpalme, Westafrika, liefert in dem Mesocarp der Früchte und im Endosperm („Palmenkerne" des Handels) das werthvolle afrikanische Palmenöl. — Calamus (Daemonorops) Draco Willd., Drachenblutpalme — Sundainseln, Ostindien; aus den Früchten wird das ehedem officinelle, hauptsächlich zu Zahnpulvern, Firnissen etc. verwendete Drachenblut (Sanguis Draconis — Bestandtheile: Harz, Benzoësäure) gewonnen. C. Rotang L. und andere Arten Ostindiens und Hinterindiens liefern in ihren Stämmen das spanische Rohr (Stuhlrohr). — **Phytelephas** macrocarpa R. et P., Südamerika; das steinharte Endosperm der Samen als „Steinnuss, Elfenbeinnuss oder vegetabilisches Elfenbein" zu Drechslerarbeiten (namentlich Knöpfen) benutzt. — Euterpe edulis Mart., E. oleracea Mart. (Brasilien), Oreodoxa oleracea Mart. (Westindien) und zahlreiche andere Palmen liefern in den zarten Gipfelknospen den als Gemüse geschätzten Palmenkohl. — Areca Catechu L., Ostindien; Arecanüsse mit Blättern von Piper Betle den Eingebornen als Kaumittel dienend. — Mauritia flexuosa L., Südamerika, liefert Stärkemehl (Sago), Palmenwein und Flechtwerk; M. vinifera Mart., Weinpalme (Brasilien), Palmenwein. — Borassus flabelliformis L., Palmyrapalme, Ostindien, liefert Bauholz, Palmenwein („Toddy"), Flechtwerk; Blätter früher statt des Papieres zum Schreiben benutzt. — Caryota urens L. (Ostindien) liefert Sago. — Copernicia cerifera Mart. (Brasilien) und Ceroxylon andicola HBK, Wachspalme (Anden), liefern ein harziges Wachs, das bei letzterer den Stamm überzieht und zu Kerzen verarbeitet wird (§ 132). — Chamaerops humilis L. (Zwergpalme — Mittelmeerländer), der einzige Vertreter der Familie in Europa — ferner Livistona chinensis (Ostasien), Arten von Rhapis etc. als Zierpflanzen cultivirt. — Palmen treten angeblich zum ersten Male in der Steinkohle auf (Fasciculites, Palaeospathe). Sicher ist ihr Erscheinen während der Kreideperiode (Flabellaria). Die meisten Arten finden sich im Tertiär, in der Braunkohle oft in grösseren Stammstücken (Palmacites etc.). Im Ganzen werden circa 80 fossile Arten in 13 Gattungen unterschieden.

774. (Fam. 2.) Cyclanthaceae. 4 Pflanzen mit sehr verkürzter Axe und fast grundständigen, palmenartigen, fächer- oder fiederförmig getheilten Blättern. Kolben cylindrisch, von monöcischen B dicht derartig bedeckt, dass die ♂ und ♀ in getrennten Cyclen alterniren oder die ♀ einzeln zwischen 4 Gruppen der ♂ B stehen. P verschieden ausgebildet oder 0; A ∞; G (4), 1fächerig, mit 4 im Grunde der Ecken befindlichen Parietalplacenten mit ∞ Samenknospen; Beerenfrucht. 15 central- und südamerikanische Arten.

Carludovica palmata R. et P. (Neugranada etc.), mit verkürztem Stamme, liefert in den Blättern das Flechtmaterial zu Panamahüten.

775. (Fam. 3.) Pandanaceae. 4 Pflanzen mit oft baumartigen, einfachen oder verzweigten, von Luftwurzeln gestützten (bisweilen kletternden) Stämmen und spiralig gestellten, schilfartigen, an den Rändern und oft auch auf der Unterseite der Mittelrippe stachelig-gezähnten Blättern. Die 1- oder 2häusigen B bilden einfache oder verzweigte Kolben. P 0; A ∞; G 1 oder (2–6), 1- oder mehrfächerig, mit ∞ Samenknospen auf Parietalplacenten (Freycinetia) oder mit nur 1 Samenknospe im Fach (Pandanus); ∞samige Beeren- (Freycinetia) oder 1- bis mehrfächerige Steinfrüchte (Pandanus). 60 Arten in den Tropen der östlichen Hemisphäre, besonders in Küstenwäldern. 7 Arten vom Jura bis zum Tertiär.

Die Früchte mehrerer Arten sind essbar. Die festen Fibrovasalstränge der Blätter liefern dauerhafte Gespinnstfasern. — Pandanus odoratissimus L., P. utilis Bory etc.

776. (Fam. 4.) Typhaceae. 4 Sumpfpflanzen mit 2zeiligen, linealischen, schilfartigen Blättern mit offenen Scheiden. B einhäusig in dicht gedrängten, kolbigen oder kugeligen Blüthenständen ohne Scheide. Tragblätter zart und klein, bisweilen 0. ♂ B: P 0 oder aus 3 zarten Schüppchen oder ∞ Haaren gebildet; A 3, frei oder verwachsen. ♀ B: P wie ♂, G 1. Frucht nuss- oder steinfruchtartig. 15 Arten in der gemässigten und warmen Zone.

Typha: P aus ∞ Haaren gebildet. A am Grunde verwachsen. Frucht nussartig, vom bleibenden Griffel und der Narbe gekrönt. B in langen, cylindrischen Kolben, welche oben die ♂ unmittelbar an der Hauptaxe, unten die ♀ theils an der Hauptaxe, theils an kurzen Seitenzweigen tragen.

Sparganium: P aus 3 zarten Schüppchen gebildet. A frei. Narbe von der steinfruchtartigen Frucht abfallend. B in kugeligen Aehren, die seitlich und terminal am oberen Theile des einfachen oder verzweigten Stengels sitzen, die ♀ unten, die ♂ oben.

Die Blätter von Typha dienen als Binde- und Flechtmaterial, sowie zum Dichtmachen der der Fässer. 13 Arten in tertiären Schichten.

777. (Fam. 5.) Araceae (Aroideae). ♄ oder Halbsträucher oder meist Kräuter mit oft kriechenden oder knolligen Wurzelstöcken. Stamm bald sehr verkürzt, bald verlängert, kletternd und mit Luftwurzeln. Blätter meist grundständig, alternirend 2zeilig oder spiralig, meist gestielt, häufig pfeil- oder herzförmig, vorherrschend netzaderig, die Blattstielbasis scheidig. B sehr klein, ohne entwickelte Tragblätter, meist ∞ zu einer Aehre mit fleischiger Axe (Kolben, spadix) vereinigt, meist monöcisch oder seltener ☿, ihre Formel P 0—6, A 1—9, G (1–6). Kolben bald ganz mit B bedeckt (Acorus, Fig. 276), bald oben nackt (Arum, Fig. 275). A frei oder selten verwachsen; Antheren fast sitzend, mit meist sehr breitem Connective. G meist (2–3), 1—3fächerig, mit einer oder mehreren atropen oder anatropen Samenknospen. Frucht meist beerenartig, ein- oder mehrsamig. Die 750

Fig. 276.

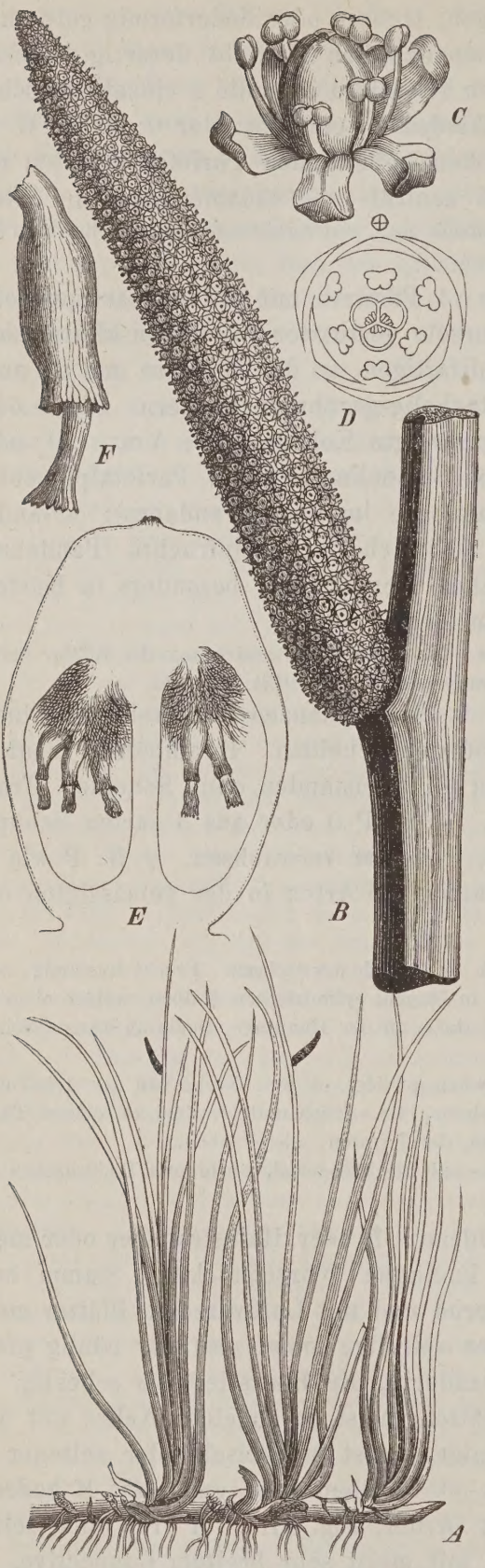


Fig. 275.

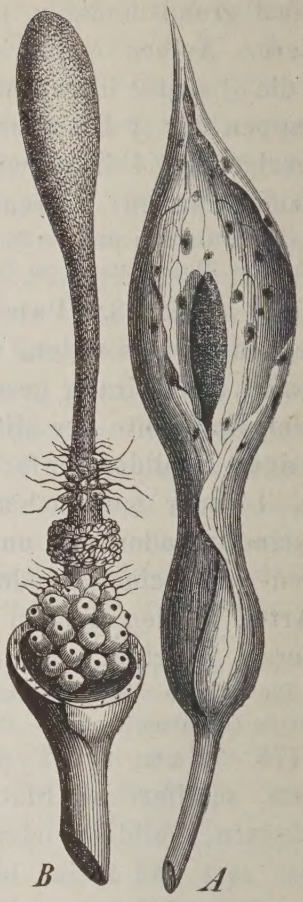
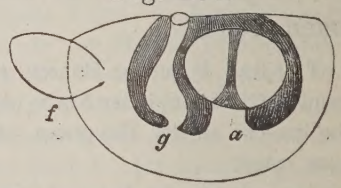


Fig. 277.



in den Tropen und gemässigten Zonen vorkommenden Arten bilden eine der natürlichsten, aber wegen ihrer Formenmannigfaltigkeit schwierig zu charakterisirenden Familien. 1 tertiäre Art. Viele Arten sind giftig.

I. Areae. B monöcisch, die ♀ am unteren Theile des Kolbens. P 0. Meist Landpflanzen.

Fig. 275. Arum maculatum. A Kolben mit Scheide von kleiner, B solcher ohne Scheide von kräftigerer Pflanze; natürl. Gr. — Fig. **276.** Acorus Calamus. A Pflanze sehr stark verkleinert. B Blüthenstand, natürl. Gr. C Blüthe (Vergr. 5) und D Diagramm derselben. E Fruchtknoten im Längsschnitte (Vergr. 15). F Samenknospe. — Fig. **277.** Wolffia arrhiza. Blühende Pflanze im verticalen Längsschnitte (Vergr. 39): *f* Tochtersprosse, *a* Staubgefäss, *g* Pistill.

Arum: Kolben mit grosser, gefärbter oder grüner, tutenförmiger Scheide. ♀ B von den ♂ durch Zwischenraum getrennt, über den ♂ noch eine Anzahl unfruchtbarer. Nacktes Kolbenende meist keulig angeschwollen (Fig. 275). A. maculatum L. Knolliger Wurzelstock früher officinell; giftig.

Amorphophallus campanulatus Bl. (Madagascar) und A. giganteus Bl. (Ostindien) besitzen Kolben von 30 u. mehr cm Länge; Wurzelknollen als Nahrungsmittel. A. Titanum Becc. (Sumatra) hat eine Knolle von 50 cm Durchmesser und Kolben von 1,22 m Länge. — Colocasia esculenta Schott ist in Ostindien und auf den Südseeinseln heimisch und wird dort, wie im tropischen Amerika, cultivirt, da die stärkemehlhaltigen Wurzelstöcke nach Entfernung des scharfen, giftigen Stoffes durch Rösten oder Kochen ein sehr wichtiges Nahrungsmittel bilden. Aehnlich werden C. antiquorum Schott, C. macrorrhiza Schott u. a. Arten verwendet. — Caladium, hauptsächlich in Brasilien, der bunten Blätter wegen beliebte Zierpflanzen; manche mit essbaren Wurzelstöcken. — Philodendron u. Monstera mit kletterndem Stamme und gelappten, oft durchlöcherten Blättern; beliebte Zierpflanzen aus dem tropischen Amerika. — Richardia (Calla) aethiopica, bekannte Zierpflanze mit weisser, tutenförmige Scheide; Afrika.

II. Pothoideae. B meist ☿, mit oder ohne P, die Axe des Blüthenstandes ganz bedeckend.

Fig. 278.

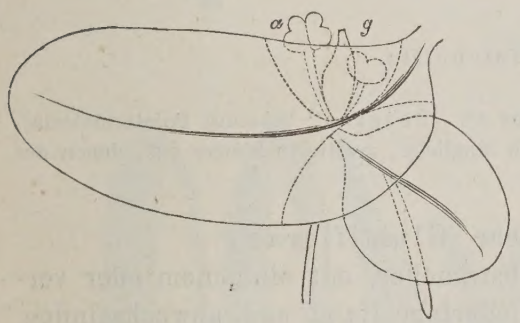
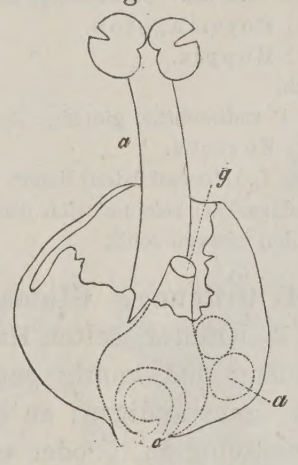


Fig. 279.



Calla: Kolben mit grosser, flacher, innen weiss gefärbter Scheide. P 0. A 6. Fruchtknoten 1fächerig. Frucht eine fleischige (rothe) Beere (Blätter herzförmig).

Acorus: Kolben mit schwertartiger, dem zusammengedrückten Aehrenstiele ähnlicher, scheinbar die Fortsetzung desselben bildender Scheide (Fig. 276 A, B). P 6, seine Blätter grünlich, an der Spitze eingebogen (Fig. 276 C). A 6. G (3). Fruchtknoten 3fächerig. Frucht eine saftlose Beere. (Blätter schwertförmig.) A. Calamus L., Kalmus, in Asien heimisch, doch seit 1547 in Europa eingeführt. Officineller Wurzelstock (Rhizoma Calami — Bestandtheile: ätherisches Oel, scharfes Weichharz und Acorin, der bittere Extractivstoff — Verwechselung mit dem Wurzelstocke von Iris Pseudacorus, der aber geruchlos ist).

III. Lemnoideae (Lemnaceae). Schwimmende oder untergetauchte Wasserpflänzchen mit thallusartigem Stamme, ohne entwickelte Blätter, mit oder ohne Wurzeln und oft nur während der Blüthezeit mit Gefässen.

B ♂ und ♀ in einer 2—3blüthigen Inflorescenz in einer seitlichen Ausbuchtung des Laubes, ohne P, nur 1 oder 2 nackte Staubgefässe und ein nackter, etwas höher stehender Fruchtknoten mit 1—6 Samenknospen (Fig. 277—279). Frucht nussartig oder eine Kapsel. Embryo in der Axe des spärlichen Endosperms. 15 Arten in der warmen und gemässigten Zone. Lemna (Teich- oder Wasserlinse). Wolffia (ohne Wurzeln; Fig. 277).

778. (Fam. 6.) Najadaceae. Wasserpflanzen mit beblättertem Stengel. P 0 oder verkümmert, A 1—4, G 1–4, Fruchtknoten mit 1 meist anatropen Samenknospe. 80 Arten der warmen und gemässigten Zone. 68 Arten im Tertiär. Zerfällt in 2 Unterfamilien:

Fig. 278. Lemna valdiviana. Blühende Pflanze (Vergr. 20): *a* Staubgefäss, *g* Pistill. Wie Fig. 277 u. 279 nach Hegelmaier. — Fig. **279.** Lemna trisulca. Blüthenspross mit seinem Hüllblatte (Vergr. 25); *a* Staubgefäss, *g* Pistill.

1. Najadoideae. Untergetauchte, ⊙ Pflanzen stehender Gewässer, mit paarweise genäherten, fast gegenständigen, linealischen Blättern mit ganzrandigen oder gewimperten Scheiden. B 1- oder 2häusig, mit röhrigem oder bauchig-röhrigem P, die ♂ mit 1 axilen Staubgefässe, die ♀ (oft nackten) mit G 1. Frucht steinfruchtartig. Keimling gerade. Najas.

2. Potamogetoneae. 4, untergetauchte, oder mit den oberen Blättern schwimmende Pflanzen stehender und langsam fliessender Gewässer. Blätter einfach, grasartig, fadenförmig bis elliptisch. Blüthen monöcisch oder ☿, der Blüthenstand zur Blüthezeit sich über das Wasser erhebend. P 0, selten rudimentär vorhanden. A 1—4, bei Potamogeton von einem blumenblattartigen Anhängsel des Connectives überragt (das bisweilen als P gedeutet wird). G 4, selten 1. Vier steinfruchtartige, beim Keimen sich oft mit einem Deckel öffnende Früchte mit gekrümmtem Embryo. Deutsche Gattungen:

I. Blüthen ☿. Griffel fehlend. Staubbeutel sitzend oder fast sitzend.
A. Staubgefässe 4: Potamogeton.
B. Staubgefässe 2: Ruppia.
II. Blüthen monöcisch.
A. Carpelle zu 4, P rudimentär, glockig: Zannichellia.
B. Carpell 1, P 0: Zostera.

Zostera marina L. (Meeresküsten) liefert das als „Seegras" bekannte Polstermaterial. — Ouvirandra (Madagaskar) zeichnet sich durch längliche, gegitterte Blätter aus, denen das Parenchym zwischen den Nerven fehlt.

34. Ordnung. Glumaceae (Glumiflorae).

779. ⊙ oder 4 Kräuter, selten Halbsträucher, mit einfachem oder verzweigtem, meist lang und knotig gegliedertem Halm und abwechselnden, meist linealischen, ganzrandigen, an der Basis ausgeprägt scheidigen Blättern. B klein, unansehnlich, ☿ oder eingeschlechtig, in der Achsel spelzenartig ausgebildeter Deckblätter Aehren bildend, die in der Regel wieder zu verschiedenartig zusammengesetzten Blüthenständen geordnet sind. P 0 oder rudimentär in Form von Schüppchen, Haaren und Borsten. A meist 3, G $\underline{1}$ oder $\underline{(2-3)}$, mit 1fächerigem Fruchtknoten und 1 anatropen Samenknospe. Frucht eine Caryopse; Embryo gerade, an der Basis des reichlichen, meist mehligen Endosperms seitlich liegend oder von einem kleinen Theile desselben umschlossen.

780. (Fam. 1.) Gramineae (Gräser). ⊙ oder 4 Kräuter, selten baumartig (Bambusa). Stengel (Halm) knotig gegliedert, einfach oder ästig, meist rund, selten kantig, oft mit Ausläufern (Triticum repens, Quecke), die Glieder oft hohl, die Knoten gewöhnlich angeschwollen. Blätter 2zeilig, in der Regel schmal-linealisch, mit langer, oft mehrere Internodien einhüllender, meist offener Scheide, die da, wo sie in die Spreite übergeht, das Blatthäutchen (Ligula) trägt, dessen Form und Grösse in manchen Gattungen charakteristische Artenmerkmale geben. B in Aehrchen, die ihrerseits ährenartige Blüthenstände (zusammengesetzte Aehren) oder Rispen (zusammengezogene ährenförmige Rispen und echte Grasrispen) bilden. Die einzelnen 1- bis mehrblüthigen Aehrchen tragen 2zeilig geordnete, spelzenartige Deckblätter, in deren Achseln die Blüthen stehen, von denen jedoch die untersten 2—4 meistens unfruchtbar sind und als Hüllblätter (Hüll-

spelzen, Klappen, Balg, Kelch — glumae oder valvae — Fig. 280, 281, 283: $_1$ und $_2$) bezeichnet werden. Das in seiner Achsel die Blüthe tragende Deck-

Fig. 280.

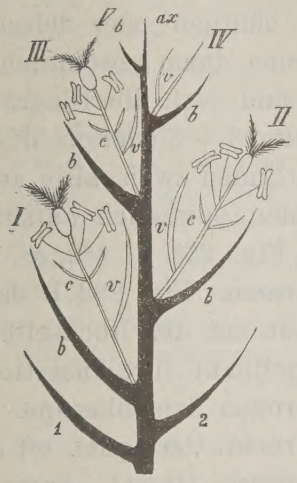


Fig. 281.

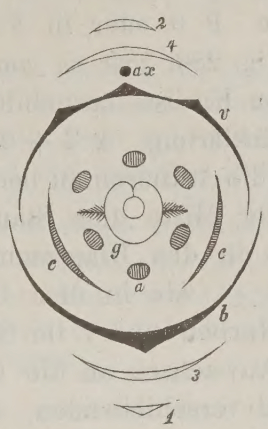


Fig. 284.

Fig. 283.

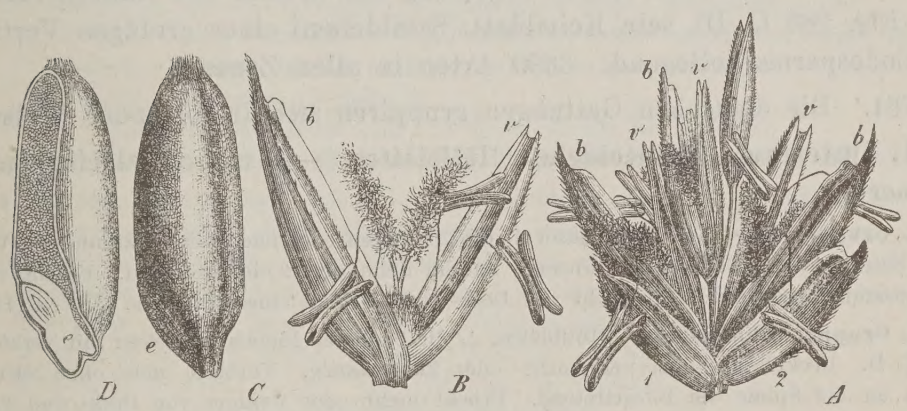


Fig. 282.

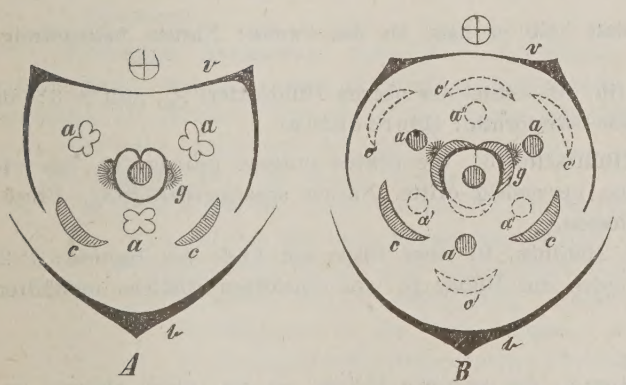


Fig. 280. Schematischer Aufriss eines Grasährchens mit 3 vollständigen Blüthen (I—III), einer abortirten Blüthe (IV) und einer leeren Deckspelze (V). *ax* Axe des Aehrchens, 1 und 2 Hüllspelzen, *b* Deckspelzen, *v* Vorspelzen, *c* Lodiculae.

Fig. 281. Oryza sativa. Diagramm des 1blüthigen Aehrchens, nach Eichler. 1—4 Hüllspelzen, *b* Deckspelze, *v* Vorspelze, *c* Lodiculae, *a* Staubgefässe, *g* Pistill, *ax* abortive Spitze der Aehrchenaxe.

Fig. 282. A Empyrisches und B theoretisches Diagramm der gewöhnlichen Grasblüthe. *b* Deckblatt, *v* Vorblatt, *c* Lodiculae, *c'* zu ergänzende Lodiculae des theoretischen Diagrammes, *a* Staubgefässe, *a'* zu ergänzende Staubgefässe des theoretischen Diagrammes, *g* Fruchtknoten, der punktirte Theil desselben in B deutet das einzuschaltende dritte Fruchtblatt an.

Fig. 283. A Aehrchen von Triticum vulgare, vergr. B Einzelne Blüthe mit Deck- und Vorspelze, noch stärker vergr. C Reife Frucht. D Frucht im Längsschnitte durch die Furche, das hier am schmalsten erscheinende Endosperm punktirt. 1 und 2 Hüllspelzen, *b* Deckspelzen, *v* Vorspelzen, *e* Embryo (in Fig. C dessen Lage in der unverletzten Frucht).

Fig. 284. Blüthe von Triticum; *c* das auf zwei Schüppchen (Lodiculae) reducirte Perigon. Vergr.

blatt (Deckspelze, untere Kronspelze, palea inferior — Fig. 280—283, *b*) ist von derberer Beschaffenheit und häufig begrannt. Ihm gegenüber und etwas höher steht das in der Regel 2kielige Vorblatt (Vorspelze, obere Kronspelze, palea superior — Fig. 280—283, *v*) der Blüthe, das sich durch zarte, häutige Textur auszeichnet. P 0 oder in Form häutiger oder fleischiger Schüppchen (lodiculae — Fig. 280, 284: *c*), von denen dann gewöhnlich nur die 2 seitlichen des inneren Kreises ausgebildet sind (vgl. die Diagramme Fig. 281, 282: *c* und deren Erklärung). A 3 + 0, selten 3 + 3 oder ∞, oft auch 1—2 Glieder fehlschlagend, die Antheren an beiden Enden zweispaltig ausgeschnitten, in oder nahe der Mitte dem Staubfaden beweglich aufsitzend (Fig. 283, 284). G $\underline{1}$ (wie in den Diagrammen Fig. 281 u. 282 A) oder nach anderer Auffassung $\underline{(2-3)}$, wie in dem Diagramm Fig. 282 B dargestellt, einfächerig, mit 2 Narben und 1 im Grunde auf der Rückseite des Faches befestigten, durch Anwachsen an die Carpellnaht ihre Insertion in allen Graden bis zum Gipfel verschiebenden, anatropen Samenknospe. Samenschale mit der Fruchtschale verwachsen (Grasfrucht, Caryopse), oft auch die letztere mit den Spelzen verschmelzend (Hordeum, Oryza). Same mit reichem, mehligem Endosperm. Keimling am Grunde des Endosperms seitlich (Fig. 283 C, D), sein Keimblatt (Schildchen) einer grubigen Vertiefung des Endosperms anliegend. 3800 Arten in allen Zonen.

781. Die deutschen Gattungen gruppiren sich in folgender Weise:

I. Unterfam. Panicoideae. Hüllblätter 3—6, manchmal einzelne verkümmert.

1. Gruppe. Oryzeae. Hüllblätter 4, die 2 unteren oder alle öfter verkümmert. Vorblatt mit 1 Mittelnerven. Narben federförmig, an der Seite der B hervortretend. Frucht von der Seite zusammengedrückt, meist dicht von Deck- und Vorblatt eingeschlossen: Oryza (Leersia).

2. Gruppe. Phalarideae. Hüllblätter 4, die 2 oberen kleiner, zuweilen mit verkümmerten (♂) B. Deckblatt zuletzt pergament- oder knorpelartig. Vorblatt meist ohne Mittelnerv. Narben an der Spitze der B vortretend. Frucht mehr oder weniger von Deck- und Vorblatt eng eingeschlossen.

A. Alle B mit A 3; die 2 unteren Hüllblätter gleich lang; Narben fast sprengwedelförmig: Phalaris.

B. Alle B mit A 2; unteres Hüllblatt halb so lang als das zweite; Narben fadenförmig: Anthoxanthum.

C. Die 2 unteren B des Aehrchens (in der Achsel der oberen Hüllblätter) ♂, mit A 3; die oberste B ☿, mit A 2; Narben fast federförmig: Hierochloa.

3. Gruppe. Andropogoneae. Hüllblätter 3, die beiden unteren grösser als das wie Deck- und Vorblatt durchsichtig-häutige, nervenlose dritte. Narben sprengwedelförmig. Frucht von Deck- und Vorblatt lose eingeschlossen.

A. B eingeschlechtig. ♂ Aehrchen 2blüthig, in einer Rispe am Ende des Halmes; P 2. ♀ Aehrchen 1blüthig, seitlich unten am Halme in von scheidigen Blättern umhüllten Kolben; P 0: Zea.

B. Blüthen ☿: Andropogon.

4. Gruppe. Paniceae. Hüllblätter 3, das unterste kleiner als die beiden oberen, zuweilen verkümmert, alle zarter als Deck- und Vorblatt. Frucht vom Rücken zusammengedrückt.

A. Alle 3 Hüllblätter entwickelt.

1. Alle Verzweigungen des Blüthenstandes Aehrchen tragend: Panicum.

2. Verzweigungen der ährenförmigen Rispe zum Theil ohne Aehrchen und als Borsten die letzteren überragend: Setaria.

B. Unteres Hüllblatt verkümmert: Tragus.

II. Unterfam. Poaeideae. Hüllblätter 2, selten eines oder beide verkümmert.

5. Gruppe. Chlorideae. Aehrchen 1-, seltener 2- oder mehrblüthig, von der Seite zusammengedrückt, 2zeilig der unteren Seite einer 3kantigen Aehrenaxe eingefügt. Griffel lang. Frucht von der Seite zusammengedrückt, ohne Furche, lose von Deck- und Vorblatt eingeschlossen: Cynodon.

6. Gruppe. Stipeae. Aehrchen 1blüthig, im Querschnitte rundlich oder vom Rücken etwas zusammengedrückt, in Rispen. Griffel kurz oder fehlend. Frucht spindelförmig, innen schwach gefurcht, von dem erhärtenden Deck- und Vorblatte eng eingeschlossen.

A. Axe des Aehrchens unter der B nicht verlängert. Deckblatt unbegrannt. P 2: Milium.

B. Axe des Aehrchens unter der B verlängert. Deckblatt an der Spitze mit einer zweimal geknieten, seine Länge vielmal übertreffenden Granne. P 3: Stipa.

7. Gruppe. Alopecuroideae. Aehrchen fast immer 1blüthig, mit öfter über die B hinaus verlängerter Axe, von den Seiten zusammengedrückt, fast immer in ährenartigen Rispen. Griffel lang. Narben aus der Spitze der B vortretend.

A. Hüllblätter verkümmert oder fehlend.

1. 2 Narben: Coleanthus.
2. 1 Narbe: Nardus.

B. Hüllblätter ausgebildet.

1. Aehrchen in einfacher Aehre, abwechselnd 2zeilig; Hüllblätter kiellos: Chamagrostis (Mibora).
2. Aehrchen in zusammengezogener, ährenförmiger Rispe; Hüllblätter gekielt.
   a. Vorblatt 0 oder verkümmert. P 0. Hüllblätter unten verwachsen, länger als die B. Deckblatt auf dem Rücken begrannt: Alopecurus.
   b. Vorblatt vorhanden. P meist 2.
      * Hüllblätter fast gleich lang und länger als die B: Phleum.
      ** Hüllblätter zusammen kürzer als die B, das untere kürzer als das obere: Crypsis.

8. Gruppe Agrostideae. Griffel kurz oder fehlend. Narben an der Seite der B vortretend. Aehrchen meist in ausgebreiteten Rispen. Sonst wie vorige Gruppe.

A. Aehrchenaxe am Grunde des Deckblattes kahl oder sehr kurz behaart.

1. Hüllblätter ziemlich gleich lang, begrannt. Vorblatt stets vorhanden: Polypogon.
2. Hüllblätter ungleich lang, unbegrannt. Vorblatt öfter fehlend.
   a. Unteres Hüllblatt länger. Deckblatt 3nervig: Agrostis.
   b. Unteres Hüllblatt kürzer. Deckblatt 5nervig: Apera.

B. Aehrchenaxe am Grunde des Deckblattes lang behaart.

1. Unteres Hüllblatt länger, beide viel länger als das Deckblatt: Calamagrostis.
2. Unteres Hüllblatt kürzer als das obere, beide nur wenig länger als das Deckblatt: Psamma.

9. Gruppe. Avenaceae. Aehrchen 2—mehrblüthig, die obersten B oft verkümmert. Hüllblätter gross, fast das ganze Aehrchen einschliessend. Deckblatt auf dem Rücken meist mit gedrehter, oft geknieter Granne. P 2. Narben federförmig, am Grunde der B vortretend.

A. Aehrenaxe, wenigstens der unteren B, behaart.

1. Deckblatt auf dem Rücken begrannt.
   a. Granne gekniet, unten gedreht, an der Spitze nicht verdickt.
      * Frucht von der Seite zusammengedrückt, ungefurcht: Trisetum.
      ** Frucht halbstielrund oder vom Rücken zusammengedrückt, innen meist gefurcht.
         α. Aehrchen 2- oder mehrblüthig. Deckblatt 2spitzig. Perigonblätter 2spaltig. Fruchtknoten an der Spitze behaart. Aehrchen ziemlich gross.
            † Untere B mit verkümmertem Fruchtknoten. Deckblatt der oberen B unbegrannt oder unter der Spitze begrannt: Arrhenatherum.
            †† Sämmtliche B ☿, ihr Deckblatt meist auf dem Rücken mit geknieter Granne: Avena.
         β. Aehrchen meist 2blüthig. Deckblatt 2spitzig oder 4zähnig. Perigonblätter ungetheilt. Fruchtknoten kahl: Aira.
   b. Granne an der Spitze verdickt; Deckblatt an der Spitze ganzrandig; Fruchtknoten kahl; Perigonblätter 2spaltig: Corynephorus (Weingaertneria).
2. Deckblatt unbegrannt, 2- oder 3spitzig: Sieglinga (Triodia).

B. Aehrenaxe kahl. Obere B meist ♂, ihr Deckblatt begrannt, das der unteren unbegrannt. Frucht von der Seite zusammengedrückt, ungefurcht: Holcus.

10. Gruppe. Pappophoreae. Aehrchen 2—mehrblüthig. Deckblatt an der Spitze 3—vielspaltig oder -zähnig, die Spitzen oder Abschnitte der Zähne meist begrannt: Sesleria.

11. Gruppe. Arundineae. Aehrchen der Anheftungsfläche ihrer Stiele parallel, meist mehrblüthig. Hüllblätter kürzer als die unterste B. Die zuletzt gliederweise mit den B abfallende Aehrchenaxe wenigstens unter den oberen B seidenhaarig. Deckblatt unbegrannt oder an der Spitze begrannt. Fruchtknoten kahl. Griffel ziemlich lang. Narben an den Seiten der B vortretend. Frucht von Deck- und Vorblatt lose eingeschlossen.

A. Aehrchen 3—7blüthig. Hüllblätter 3nervig. Narben sprengwedelförmig: Arundo.

B. Aehrchen 2—5blüthig. Hüllblätter 1nervig. Narben federförmig: Molinia.

12. Gruppe. Festucaceae. Aehrchen der Anheftungsfläche ihrer Stiele parallel, 3- bis mehr-, selten 1blüthig, die oberste B oft verkümmert. Hüllblätter kürzer als die unterste B. Axe derselben fast immer unbehaart. Deckblatt begrannt oder mit gerader oder geschlängelter, nicht gedrehter Granne. Griffel meist kurz oder fehlend. Narben an den Seiten der B hervortretend. Aehrchen in Rispen.

A. Hüllblätter so lang oder fast so lang als das Aehrchen.

1. Deckblatt unbegrannt. Narbenpapillen ästig. Frucht innen gefurcht (Scheide geschlossen): Melica.
2. Deckblatt stachelspitzig oder begrannt. Narbenpapillen einfach. Frucht ungefurcht: Koeleria.

B. Hüllblätter kürzer als das Aehrchen.

1. Rispenäste spiralig. Aehrchenaxe mit den Vorblättern bleibend, Deckblatt mit der Frucht abfallend: Eragrostis.
2. Rispenäste in halben Quirlen 2zeilig. Aehrchenaxe gliedweise mit den B abfallend.
   a. Narben an der Spitze des Fruchtknotens eingefügt.
      * Alle Aehrchen mit Blüthen.
         α. Deckblatt gekielt.
            † Hüllblätter spitz.
               0 Deckblatt begrannt. Scheiden geschlossen: Dactylis.
               00 Deckblatt unbegrannt. Scheiden offen: Poa.
            †† Hüllblätter stumpf. Scheiden am Grunde geschlossen: Sclerochloa.
         β. Deckblatt auf dem Rücken abgerundet.
            † Aehrchen länglich bis linealisch. Frucht innen flach oder gefurcht.
               0 Aehrchen meist 2blüthig. Frucht innen flach: Catabrosa.
               00 Aehrchen mehrblüthig. Frucht innen gefurcht.
                  × Hüllblätter 1nervig. Deckblatt unbegrannt. Perigonblätter gestutzt. Narbenpapillen ästig. Scheiden geschlossen: Glyceria.
                  ×× Unteres Hüllblatt 1-, oberes 2nervig. Deckblatt unbegrannt oder begrannt. Perigonblätter 2spaltig. Narbenpapillen einfach. Scheiden meist ganz offen: Festuca.
            †† Aehrchen rundlich oder herzförmig, von der Seite zusammengedrückt. Frucht beiderseits gewölbt: Briza.
      ** Ein Theil der Aehrchen ohne B, eine kammförmige Hülle der fruchtbaren Aehrchen bildend: Cynosurus.
   b. Narben unterhalb der Spitze des Fruchtknotens eingefügt: Bromus.

13. Gruppe. Hordeaceae. Aehrchen den Ausschnitten der beiden gegenüber liegenden Seiten einer vierkantigen oder verflachten, hin- und hergebogenen Axe (Spindel) eingefügt. Frucht innen gefurcht. Sonst wie vorige Gruppe.

A. Aehrchen parallel ihrer Anheftungsfläche (also parallel der Spindel) zusammengedrückt, eine Fläche der Axe zuwendend, die Hüllblätter rechts und links von derselben stehend.

1. Aehrchen zu 2—6. Hüllblätter fast gleich, sich mit den Deckblättern kreuzend.
   a. Aehrchen 1-, selten 2blüthig: Hordeum.
   b. Aehrchen mehrblüthig: Elymus.
2. Aehrchen fast immer einzeln. Hüllblätter vor den Deckblättern stehend.
   a. Aehrchen sitzend. Hüllblätter gleich lang: Triticum (erweitert und zwar:)
      * Arten ♃. Hüllblätter mehrnervig, schwach gekielt; die lanzettlichen Deckblätter auf dem Rücken abgerundet: Agropyrum.

** Arten ⊙ und ⊙⊙. Hüllblätter bauchig, sehr ungleichseitig, mehrnervig, meist der ganzen Länge nach (bei T. vulgare an der Spitze) scharf gekielt. Deckblätter bauchig, fast gleichseitig, an der Spitze scharf gekielt: Triticum (im engeren Sinne).

*** Arten ⊙ und ⊙⊙. Hüllblätter pfriemenförmig, gleichseitig, 1nervig, der ganzen Länge nach gekielt. Deckblätter sehr ungleichseitig-gekielt: Secale.

b. Aehrchen kurz gestielt. Hüllblätter ungleich lang: Brachypodium.

B. Aehrchen von den Seiten, senkrecht zur Spindel der Aehre, zusammengedrückt, das eine Hüllblatt von der Axe abgewendet, das andere (wenn vorhanden) der Axe zugekehrt: Lolium.

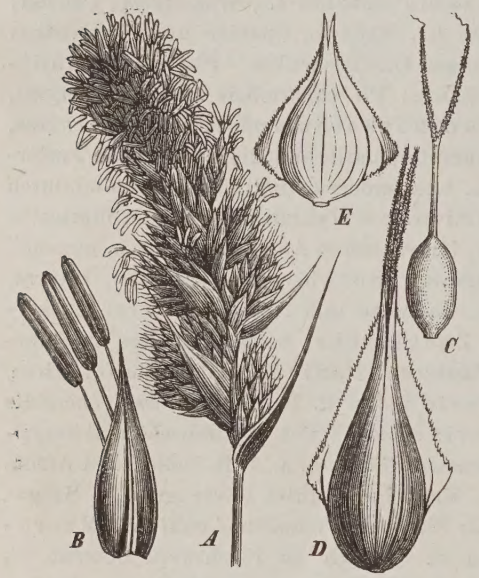
782. Wichtigere Arten sind:

Oryzeae: Oryza sativa L., Reis, in Ostindien heimisch, in den gesammten Tropen und selbst noch in Italien und Ungarn) gebaut. Zizania palustris L., Wasserreis, Canada; Frucht gegessen. — **Phalarideae:** Lygeum spartum L., Esparto, Spanien und Nordafrika; Halme zu Flechtwerk und zur Papierbereitung; wichtiger Handelsartikel. **Phalaris** arundinacea L.: die var. picta, Bandgras, häufige Zierpflanze; Ph. canariensis L., Canariengras, Canarische Inseln, liefert Vogelfutter (Canariensame). Anthoxanthum odoratum L., Ruchgras, und Hierochloa odorata Wahlbg., Mariengras, enthalten Coumarin und sind vorzügliche Futtergräser. — **Andropogoneae:** Andropogon Nardus L. und andere ostindische Arten sind durch wohlriechende ätherische Oele ausgezeichnet (Radix Vetiveriae s. Iwarancusae von A. muricatus Retz.). **Zea** Mays L., Mais, türkischer Weizen, im wärmeren Amerika heimisch, namentlich in Amerika als Mehlpflanze, sowie als Grünfutter gebaut. Sorghum vulgare Pers., Dhurra, Mohrenhirse, in Afrika gebaut; S. saccharatum Pers. in Asien und Nordamerika zur Zuckerbereitung cultivirt. **Saccharum** officinarum L., Zuckerrohr, seines Gehaltes an Rohrzucker wegen in den gesammten Tropen gebaut. — **Paniceae:** Panicum miliaceum L., Hirse, in Indien heimisch, als Getreidepflanze gebaut. Setaria italica P. B., Kolbenhirse, ebenfalls in Südeuropa als Getreidepflanze cultivirt. Penicillaria spicata Willd., ostindische und aegyptische Getreidepflanze. — **Chlorideae:** Eleusine coracana Gärtn. u. a. A. in Indien und Afrika der Früchte wegen gebaut. Dactylis glomerata L., Knäuelgras, gutes Wiesengras. — **Stipaceae:** Stipa pennata, mit langer, federiger Granne, als Zierpflanze manchmal cultivirt. Macrochloa tenacissima Kth., Alfa-Gras, in Nordafrika u. Spanien zu Flechtwerk benutzt. — **Alopecuroideae:** Phleum pratense L., Timotheegras, Alopecurus pratensis L., Fuchsschwanzgras etc. als vorzügliche Wiesengräser. — **Agrostideae:** Agrostis vulgaris L., Fioringras u. a. A. sind vorzügliche Wiesengräser. — **Avenaceae: Avena** sativa L., Saathafer, Vaterland unbekannt, als Getreidepflanze oft mit A. orientalis Schreb., Fahnenhafer, A. nuda L., Nackthafer, und A. strigosa Schreb., Sandhafer, gebaut. A. fatua L., Flughafer, Unkraut unter der Saat. Andere Arten der Gattung, sowie Arrhenatherum elatius M. et K., französisches Raygras, Holcus lanatus L., Honiggras, sind gute Wiesengräser. — **Arundineae: Arundo** Phragmites L. (Phragmites communis Trin.), Rohr, Dachrohr, Teichrohr; die Halme zum Beschlagen der Zimmerdecken etc. beim Bauen dienend. Arundo Donax L., Mittelmeerländer, die Halme technisch verwendet. Gynerium argenteum Nees, Pampasgras, Südamerika; Zierpflanze. — **Festucaceae:** Arten der Gattungen Festuca, Schwingel, Poa, Rispengras, Briza media, Zittergras, Cynosurus cristatus L., Kammgras etc. sind vorzügliche Futtergräser. Bromus secalinus L., Roggentrespe, lästiges Unkraut auf Getreideäckern. — **Hordeaceae:** Hierher die wichtigsten Getreidearten (in zahlreichen Spielarten), deren Vaterland vielleicht Westasien: **Triticum** vulgare Vill., gemeiner Weizen, T. turgidum L., englischer W., T. durum Desf., Bartweizen, T. dicoccum Schrank, Emmer, T. Spelta L., Spelz, Dinkel, T. monococcum L., Einkorn, T. polonicum L., polnischer W., Gommer; **Secale** cereale L., Roggen; **Hordeum** vulgare L., gemeine Gerste, H. hexastichon L., sechszeilige G., H. distichum L., zweizeilige G., H. zeocriton L., Pfauen- oder Reisgerste. — Der Wurzelstock von Triticum repens L. (Agropyrum — Quecke) ist officinell (Rhizoma Graminis — Bestandtheile: 2 Schleimarten, von denen die eine als Triticum bezeichnet wird), desgleichen Weizenstärke (Amylum Tritici) von Triticum vulgare u. a. A. Lolium perenne L., englisches Raygras, ist vorzügliches Wiesengras; L. temulentum L., Taumelloch, giftig? — **Bambuseae:** Bambusa arundinacea L., Bambusrohr, tropisches Asien, dient nebst anderen Arten zu zahlreichen technischen Zwecken.

Fossile Gramineen werden aus 8 Gattungen mit circa 60 Arten, sämmtlich dem Tertiär angehörend, beschrieben.

783. (Fam. 2.) Cyperaceae. (Halb-, Schein- oder Riedgräser.) ☉ oder ♃ Kräuter, oft mit kriechendem und Ausläufer treibendem, mit schuppigen Niederblättern besetztem Rhizom. Stengel oft dreikantig, mit sehr verlängertem letzten Internodium, daher scheinbar ungegliedert. Blätter 3zeilig, mit geschlossenen Scheiden. B ☿ oder 1-, selten 2häusig, in 1- oder mehrblüthigen Aehrchen, die Aehren oder Rispen bilden, ohne Vorblatt, aber mit spelzenartigem Deckblatte. P 0 oder aus Borsten gebildet; A meist 3 + 0; G $\underline{(2-3)}$, 1fächerig, mit 1 grundständigen, anatropen Samenknospe und 2—3 Narben. Frucht eine Caryopse. Same mehr oder weniger mit der Fruchtschale verwachsen, mit reichem, mehligem Endosperm. Keimling im Grunde des Endosperms, aber von diesem allseitig umschlossen. Ueber die ganze Erde verbreitete Familie mit 2000 Arten.

Fig. 285.



784. Deutsche Gattungen sind:

I. Cariceae. B 1-, selten 2häusig; ♂ B in der Achsel von Deckblättern in einfacher Aehre (Fig. 285 B, 286 A). ♀ B auf einem kurzen, aus der Achsel des Deckblattes entspringenden Zweige, der wieder seinerseits ein Vorblatt trägt, welches den Fruchtknoten vollständig (als Schlauch, utriculus) einschliesst (Fig. 285 C—E, 286 B—E und Erklärungen). P 0. Carex L.

II. Scirpeae. B ☿, in der Achsel von 2zeilig oder spiralig gestellten Deckblättern zu Aehrchen geordnet, die ihrerseits wieder zusammengesetzte

Fig. 286.

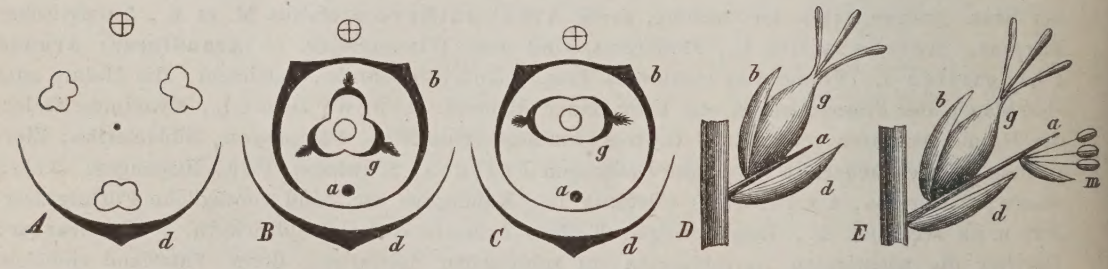


Fig. 285. Carex arenaria. A Zusammengesetzter Blüthenstand aus ♀ (unteren) und ♂ (oberen) Aehren; natürl. Gr. — B ♂ Blüthe mit Deckblatt. C ♀ Blüthe (Pistill) kurz nach der Blüthezeit. D Reifer Fruchtschlauch mit herausragenden vertrockneten Narben vom Rücken und E solcher von vorne gesehen (B—E vergr.).

Fig. 286. A Diagramm einer ♂ Blüthe von Carex. B Diagramm einer ♀ dreinarbigen und C einer zweinarbigen Blüthe von Carex. — D Schematische Zeichnung der ♀ Blüthe von Carex zur Erläuterung der Stellungsverhältnisse. Wie in den beiden Diagrammen ist *d* das Deckblatt, in dessen Achsel der kurze blühende Seitenzweig *a* mit seinem zum Schlauche werdenden Vorblatte *b* und der nackten ♀ Blüthe *g* entspringt. — E Schematische Zeichnung des androgynen Aehrchens der mit Carex verwandten Gattung Elyna; alle Verhältnisse wie in D, nur ist über der ♀ Blüthe hier noch eine ♂ Blüthe vorhanden.

Blüthenstände bilden. P 0 oder aus 3 + 3 Borsten oder zahlreichen Haaren gebildet. A 3 + 0 oder 3 + 3.

A. Deckblätter 2zeilig.

1. Aehrchen vielblüthig, meist alle Deckblätter B in der Achsel tragend. P 0. Griffel am Grunde nicht verdickt: Cyperus.
2. Aehrchen wenigblüthig, untere 3—6 Deckblätter ohne B und kleiner. Perigonborsten 1—6. Griffel am Grunde verdickt: Schoenus.

B. Deckblätter spiralig.

1. Aehrchen wenigblüthig, die 3—4 untersten Deckblätter ohne B und kleiner.
   a. P 0; die obersten 2 Deckblätter mit B, deren untere ♂; Griffel von der nicht zusammengedrückten Frucht grösstentheils abfallend: Cladium.
   b. Perigonborsten 9—13; die 2—3 obersten Deckblätter mit ☿ B, unterer Theil des Griffels auf der zusammengedrückten Frucht stehen bleibend: Rhynchospora.
2. Aehrchen mehrblüthig, das unterste oder einige der unteren Deckblätter ohne B, aber so gross oder grösser als die übrigen.
   a. P 0 oder meist aus 6 rauhen Borsten bestehend, die Deckblätter nicht überragend: Scirpus.
   b. P aus 4—6 oder sehr zahlreichen, zuletzt die Deckblätter weit überragenden, einen wolligen Schopf bildenden Haaren bestehend: Eriophorum.

785. Die meisten Cyperaceen wachsen an feuchten, sumpfigen Orten und sind durch starre, schneidende Blätter ausgezeichnet. Auf Wiesen werden sie nicht gerne gesehen, da sie in der Regel die Futtergräser rasch verdrängen. Viele auf Mooren vorkommende Arten sind Torfbildner. Officinell ist das Rhizom von **Carex** arenaria L., Sandsegge (Rhizoma Caricis — Bestandtheile: kratzender Extractivstoff, Harz). Scirpus lacustris L., Teichbinse, liefert in den langen Halmen Material zu Flechtwerk. Die Wolle von Eriophorum wird manchmal als Pack- und Polstermaterial benutzt. **Cyperus** esculentus L., Mittelmeergebiet, besitzt am Wurzelstocke essbare, stärkereiche Knollen und wird daher auch gebaut. C. Papyrus L. (Papyrus antiquorum Willd.) ist die im tropischen Afrika heimische Papyrusstaude, von welcher das in Streifen geschnittene und kreuzweise über einander gepresste, markige Gewebe der Halme im Alterthum als Papier benutzt wurde. — Fossile Cyperaceen, 3 Gattungen mit 50 Arten (davon 8 Cyperus und 11 Carex), finden sich im Tertiär.

35. Ordnung. Scitamineae.

786. B ↑ oder asymmetrisch, nach dem gewöhnlichen Monocotylentypus gebaut, doch von den A 6 selten alle (Musaceae), meist nur 1 fruchtbar und dieses bisweilen auch nur mit halber Anthere (Marantaceae), die anderen zu blumenblattartigen Staminodien umgebildet (Fig. 289 und deren Erklärung). P in beiden Kreisen corollinisch oder der äussere Wirtel calycinisch. G $\overline{(3)}$, 3fächerig. Statt des gering entwickelten oder fehlenden Endosperms ein reichliches Perisperm vorhanden (S. 423, Fig. 265, 266). — Blätter fiedernervig.

787. (Fam. 1.) Musaceae. 4 Kräuter mit meist kurzem Stamme und spiralig oder 2zeilig gestellten einfachen, oft mehrere Meter langen Blättern mit langen Blattstielen und mächtig entwickelten Scheiden, die einander umschliessend den Stamm scheinbar sehr hoch werden lassen. B ↑, ☿ oder monöcisch, in Aehren oder Kolben in den Achseln kräftiger Deckblätter je zu mehreren bis ∞ (§ 680). P 3 + 3, corollinisch, meist sehr unregelmässig, das vordere Blatt gross, das hintere klein, bei Musa die vorderen 5 Blätter zu einer hinten offenen Röhre verwachsen. A 3 + 3, alle fruchtbar und gleich, oder das hintere innere kürzer oder steril oder 0. Frucht eine Beere oder Kapsel. 60 Arten in den Tropen.

Die Früchte der in den tropischen und subtropischen Ländern cultivirten **Musa** sapientum L., M. paradisiaca L. u. a. A., Pisang, Banane, Paradiesfeige (Tropen der östlichen Halbkugel heimisch) werden gegessen, die Fasern von Musa textilis N. v. Es. (Mo-

lukken, Manilahanf) u. a. A. zu dauerhaften Gespinnsten verwebt. — 5 tertiäre Arten hierher gerechnet.

788. (Fam. 2.) **Zingiberaceae.** 4 Kräuter mit fleischigem oder knolligem Wurzelstocke und oft rübenförmigen oder an der Spitze knollig verdickten Wurzeln. Stengel meist verkürzt. Blätter meist grundständig. B in end- oder grundständigen Aehren oder Trauben, mit oft blumenblattartig gefärbten Deckblättern, ↑, ☿, sehr zart und vergänglich. P 3 + 3, der äussere kleinere Kreis kelchartig, doch manchmal auch gefärbt, zu einer Röhre oder Scheide verwachsen (Fig. 287), der innere corollinisch; A † 3 + 1 † 2, die drei des äusseren Kreises die grosse sogenannte Lippe (labellum) mit

Fig. 287.

Fig. 288.

Fig. 289.

ihren Anhängseln bildend, vom inneren Kreise das hintere allein und mit ganzer Anthere fruchtbar, die beiden anderen kleine, drüsige oder faden-

---

Fig. 287. Zingiber officinale. Blüthe in natürl. Gr. — Fig. **288.** Zingiber officinale. Theil des der Länge nach aufgeschnittenen Perigons von innen gesehen, mit Anthere und dem von derselben umschlossenen Griffel. — Fig. **289.** Canna indica. Blüthe $1^1/_2$mal vergr. *g* Fruchtknoten, *k'* und *k''* Kelchblätter (das 3. ist nicht sichtbar); *c'* und *c''* Kronblätter (das 3. nicht sichtbar); *a* Staubblatt, *a'* dessen Anthere und *ap* dessen blumenblattartiges Anhängsel; *α* und *β* Flügel des Staubblattapparates, *l* Lippe; *g'* Griffel.

förmige Staminodien bildend. Frucht meist eine lederige, 3fächerige, fachspaltig-3klappige Kapsel. Same mit Peri- und Endosperm. 280 tropische, besonders asiatische Arten.

Officinell sind: **Zingiber** officinale Rosc., Ingwer, Ostindien, in Westindien cultivirt (Rhizoma Zingiberis — ätherisches Oel, scharfes Harz etc.). — **Curcuma** longa L., Gelbwurzel; Ostindien und China (Rhizoma Curcumae — ätherisches Oel und gelber Farbstoff: Curcumin). C. Zedoaria Rosc., Zittwer, Ostindien (Rhizoma Zedoariae — ätherisches Oel, scharfes Harz, bitterer Extractivstoff, Gummi). — **Alpinia** Galanga Sw., Ostindien (Rhizoma Galangae majoris) und A. officinarum Hance, China (Rhizoma Galangae minoris — ätherisches Oel, Alpinin, Galangin, Kämpferid). — **Elettaria** Cardamomum Wh., Ostindien (Fructus Cardamomi minores s. Cardamomum minus — ätherisches und fettes Oel), E. major Sm., Ceylon (Cardamomum longum), seltener die Früchte von Amomum Cardamomum L., Ostindien (Cardamomum rotundum) und A. maximum Roxb., Ostindien (Cardamomum majus s. javanicum). — Ingwer und Cardamomen auch als Handelsgewürze, sowie die Samen von Amomum granum Paradisi L., Paradieskörner, Guiana. — Aus tertiären Schichten werden 4 fossile Arten dieser Familie beschrieben.

789. (Fam. 3.) Marantaceae (Cannaceae). 4 Kräuter mit kriechenden, oft knolligen Wurzelstöcken, meist entwickelten oberirdischen Stengeln und 2zeiligen, ovalen oder grasartigen Blättern, mit an der Spitze oft knotig verdickten, unten scheidigen Blattstielen. B in end- oder achselständigen Aehren oder Rispen, ☿. P 3 + 3, der äussere Kreis kleiner und kelchartig. A † 1 oder 2 + 1 † 2. Nur das eine Staubgefäss (das hintere des inneren Kreises) fruchtbar und auch nur mit halber Anthere, die seitlich dem blumenblattartigen Filamente angewachsen ist. Die übrigen Staubgefässe sind Staminodien, von denen eines grösser und als Lippe (labellum) zurückgerollt ist (Fig. 289 und Erklärung). Frucht eine fachspaltige Kapsel oder Beere. Samen mit sehr harter Schale. Perisperm hornartig. 200 tropische Arten, vorzüglich in Amerika.

Arten der Gattung Canna (C. indica L., Ostindien) häufig als Gartenzierpflanzen. Officinell ist Arrow-root, das Stärkemehl aus dem Wurzelstocke von **Maranta** arundinacea L., Pfeilwurzel, Westindien. Ebenso liefern mehrere ostindische (M. indica) und amerikanische Arten Stärke. — 3 Cannaceen werden aus der Kreide und dem Tertiär beschrieben.

36. Ordnung. Gynandrae.

Typus wie in der folgenden Familie.

790. (Fam. 1.) Orchidaceae. 4 Kräuter oder Halbsträucher, theils Erdgewächse, theils Epiphyten mit Luftwurzeln, oder auch chlorophylllose Humusbewohner. Rhizom unserer einheimischen Arten oft knollenförmig, eiförmig oder handförmig getheilt (vgl. § 792, Fig. 297); in anderen Fällen dasselbe wurzellos (Epipogon, Coralliorrhiza). Blätter spiralig oder 2zeilig, einfach, ganzrandig, mit scheidiger Basis und ohne Stiel; bei Humusbewohnern nur schuppige Niederblätter vorhanden. B in Aehren oder Trauben, ↑ und ☿, meist durch Drehung des Fruchtknotens die hintere (obere) Seite nach vorne (unten) gewendet. P 3 + 3, beide Kreise corollinisch, das hintere Blatt des inneren Kreises als Lippe (labellum) vergrössert, eigenthümlich gestaltet, oft gespornt und nach unten gerichtet (Fig. 290, 291). A typisch 3 + 3, doch meist nur das vordere Staubgefäss des äusseren Kreises (Diagramm Fig. 293 A), seltener (Cypripedium; Fig. 293 B) die beiden vorderen des inneren Kreises fruchtbar, die anderen abortirt oder als rudimentäre Staminodien vorhanden, die sammt den fruchtbaren Staubgefässen mit dem Griffel zu

einem Säulchen (gynostemium) verwachsen (Fig. 292). Staubbeutel 2fächerig, der Pollen einfach körnig oder die Körner zu Tetraden oder durch Viscin zu wachsartigen Massen (Pollinarien) verbunden, die häufig (z. B. bei den

Fig. 290.

Fig. 292.

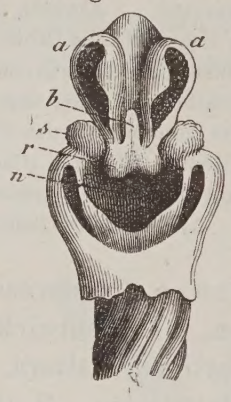


Fig. 291.

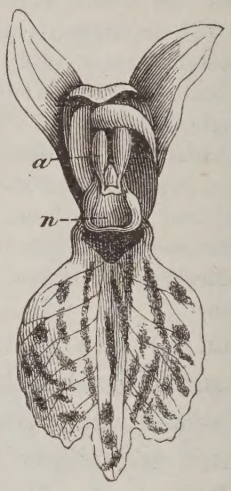


Fig. 295.

Fig. 293.

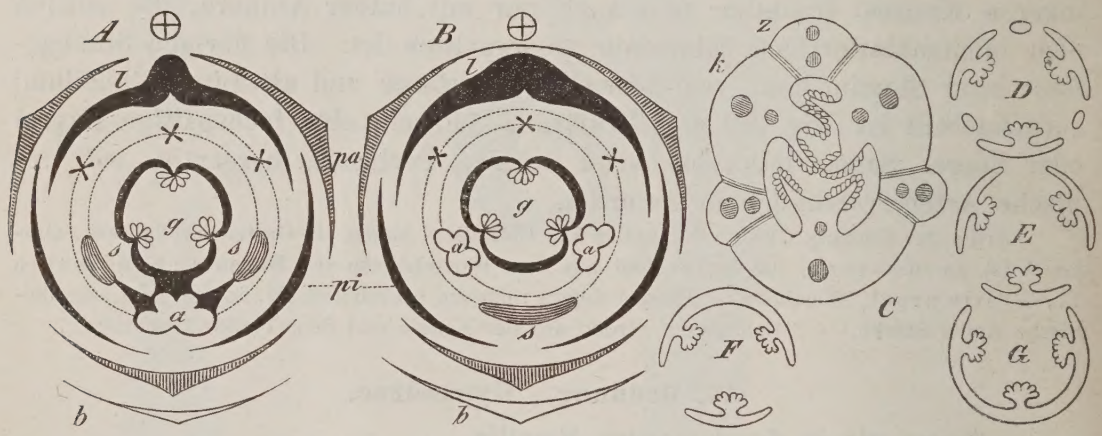


Fig. 294. Fig. 296.

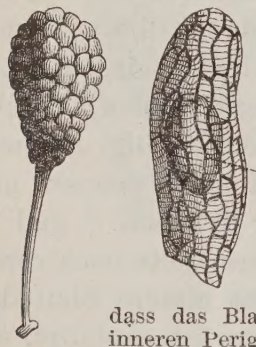


Fig. 290. Orchis maculata. Blüthe mit Deckblatt von der Seite gesehen (Vergr. 5): *l* Lippe, *sp* Sporn derselben, *g* Fruchtknoten. — Fig. **291.** Orchis maculata. Blüthe von vorne gesehen (Vergr. 5): *a* Anthere, *n* Narbe. — Fig. **292.** Orchis militaris. Griffelsäule nach Entfernung des Perigons (Vergr. ca. 4): *a* Anthere des fertilen Staubgefässes, *s* Staminodien, *n* Narbe, *r* Beutelchen, *b* Fortsatz der Schnäbelchens (rostellum).

Fig. 293. A Diagramm der Blüthe von Orchis und B solches von Cypripedium, beide in der ursprünglichen Stellung vor Drehung der Blüthe; nach erfolgter Resupination denke sich der Leser beide Diagramme zwischen Deckblatt und Axe so herumgedreht, dass das Blatt *l* unten steht. *pa* äusseres und *pi* inneres Perigon, *l* Lippe des inneren Perigons, *a* fruchtbare Staubgefässe, *s* Staminodien, *g* Gynaeceum, *b* Deckblatt. — C Querschnitt des Fruchtknotens von Cypripedium Calceolus in der resupinirten B, nach van Tieghem; *k* die späteren Fruchtklappen, *z* Zwischenstücke. — D—G Schematische Querschnitte aufgesprungener Orchideenfrüchte nach Decaisne und Le Maout; D gewöhnliches Aufspringen mit Zwischenstücken zwischen den placententragenden Klappen, E Fernandezia acuta, F Pleurothallis clausa, G Angraecum.

Fig. 294. Pollinarium einer Orchis; Vergr. ca. 10. — Fig. **295.** Orchis maculata. Reife, eben aufgesprungene Kapsel. Vergr. $2^1/_2$. — Fig. **296.** Orchis maculata. Same (Vergr. 50); *e* Embryo.

Ophrydeen) je einem Antherenfach entsprechen, keulig und gestielt sind (Fig. 294) und mit dem Ende des aus unteren sterilen Pollenmutterzellen hervorgegangenen Stieles an einer kleberigen Drüse (Stieldrüse, retinaculum) sitzen, welche zuletzt frei liegt oder mit der anderen zusammen von einer blasigen Falte des dritten, nach oben gerichteten Narbenlappens (rostellum), dem Beutelchen (bursicula; Fig. 292 *r*) bedeckt ist. G $\overline{(3)}$, 1fächerig, mit zahlreichen wandständigen Samenknospen (Fig. 293 A—C). Narbe eine grubige Vertiefung unterhalb der Anthere auf der der Lippe zugewendeten Seite des Säulchens (Fig. 292 *n*). Kapsel 1fächerig, die Klappen sich reifenartig von den stehenbleibenden Samenträgern ablösend, oben durch das Griffelsäulchen verbunden (Fig. 295). Samen sehr klein, feilspanartig, mit weit abstehender Samenschale, ohne Endosperm und mit rudimentärem Embryo, der einen rundlichen, ungegliederten Gewebekörper bildet (Fig. 296 — § 751). 5000 Arten in den Tropen und gemässigten Zonen, in letzteren die Erdorchideen, in ersteren die epiphytischen Formen überwiegend.

791. Die deutschen Gattungen sind folgende:

I. Nur ein fruchtbares Staubgefäss.
A. Staubbeutel mit der Säule ganz verwachsen.
1. Lippe gespornt.
a. Fruchtknoten gedreht.
* Lippe gelappt (meist 3lappig). Fächer des Staubbeutels parallel laufend.
α. Staubbeutel am Grunde mit Beutelchen.
0 Beutelchen 2fächerig; beide Pollinarien isolirt: Orchis.
00 Beutelchen 1fächerig. Stiele der Pollinarien auf gemeinschaftlicher Stieldrüse.
† Lippe flach ausgebreitet: Anacamptis.
†† Lippe spiralig gedreht, sehr lang: Himantoglossum.
β. Beutelchen fehlt: Gymnadenia.
** Lippe fast linealisch, ungetheilt oder am Ende 3zähnig. Fächer des Staubbeutels parallel oder am Grunde divergirend: Platanthera.
b. Fruchtknoten nicht gedreht: Nigritella.
2. Lippe ungespornt.
a. Lippe flach, nicht zurückgebrochen.
* Beutelchen vorhanden.
α. 2 getrennte Beutelchen, Pollinarien daher getrennt.
0 Perigonblätter abstehend: Ophrys.
00 Perigonblätter helmartig zusammengeneigt: Chamaeorchis.
β. Nur ein einfächeriges Beutelchen. Pollinarien auf gemeinschaftlicher Stieldrüse: Aceras.
** Beutelchen fehlend. Perigon glockig: Herminium.
b. Der mittlere Lappen der Lippe ist knieartig zurückgebrochen: Serapias.
B. Staubbeutel ganz oder grösstentheils frei.
1. Lippe gespornt. Chlorophylllos, mit Schuppenblättern.
a. Sporn aufgeblasen, aufrecht. Pflanze gelbbraun: Epipogon.
b. Sporn pfriemlich, absteigend. Pflanze violett: Limodorum.
2. Lippe ungespornt.
a. Staubbeutel nicht abfallend. Pollen pulverig.
* Lippe 2gliederig, gekniet.
α. Fruchtknoten gedreht: Cephalanthera.
β. Fruchtknoten nicht gedreht: Epipactis.
** Lippe ungegliedert.
α. Fruchtknoten ungedreht, aber auf gedrehtem Stiele.
0 Pflanze nur mit schuppigen Niederblättern, gelbbräunlich: Neottia.
00 Pflanze mit 2 grossen grünen Blättern: Listera.
β. Fruchtknoten gedreht, fast oder völlig sitzend.

0 Lippe am Grunde sackartig. Staubbeutel gestielt: Goodyera.

00 Lippe am Grunde rinnig. Staubbeutel sitzend: Spiranthes.

b. Staubbeutel zuletzt deckelartig abfallend. Pollenmassen wachsartig. Blüthen klein, grünlich.

* Griffelsäule nach vorne gekrümmt.

α. Griffelsäule ungeflügelt. Staubbeutel ohne Anhängsel, die 2 Pollenmassen jeder Hälfte schief auf einander liegend. Gelbgrüne Pflanze mit schuppigen Niederblättern. Humusbewohner: Coralliorrhiza.

β. Griffelsäule oberwärts geflügelt. Staubbeutel oben mit häutigem Anhängsel, die 2 Pollenmassen jeder Hälfte neben einander liegend. Grüne, mit 2 Laubblättern versehene Pflanze in Torfsümpfen: Liparis (Sturmia).

** Griffelsäule kurz, gerade.

α. Innere Perigonblätter länglich-eiförmig, die beiden Pollenmassen des Faches über einander liegend: Malaxis.

β. Innere Perigonblätter schmal-linealisch. Pollenmassen jedes Faches neben einander liegend: Microstylis.

II. 2 fruchtbare, rechts und links an der Griffelsäule stehende Staubgefässe und über der Narbe ein grosses Staminodium; Lippe aufgeblasen, schuhförmig: Cypripedium.

792. Officinell sind die Knollen einer Anzahl einheimischer Orchideen, namentlich von Orchis maculata L., O. militaris L., O. laxiflora Lam., O. ustulata L., O. coriophora L., Platanthera bifolia Rchb., Anacamptis pyramidalis Rich., Gymnadenia conopsea RBr. etc. (Tubera Salep — Bassorin, Stärke); in Vorderasien wird Eulophia vera, in Ostindien Habenaria pectinata als Salep benutzt. Diese Arten gehören zur Unterfamilie der **Ophrydeae**, welche durch nur ein fruchtbares, der Griffelsäule der ganzen Länge nach angewachsenes, bleibendes Staubgefäss ausgezeichnet ist (Fig. 291, 292), dessen keulenförmige Pollinarien (Fig. 294) aus kleinen, lappigen, an zähen, elastischen Fäden sitzenden Pollengruppen bestehen und mittels eines längeren oder kürzeren Stieles der Stieldrüse angeheftet sind. Sämmtliche Gattungen besitzen am Grunde des blühenden Stengels ausser den starken, fadenförmigen, fleischigen Wurzeln noch 2 einfache oder einmal gespaltene oder handförmig getheilte Knollen. Die ältere Knolle (Fig. 297 J u. L, *k*) steht zur Blüthezeit unmittelbar unter dem blühenden Stengel, ist dunkel und welk und hat die Ernährung dieses Stengels vermitteln helfen. Die jüngere, mehr oder weniger seitlich stehende, bisweilen gestielte Knolle (Fig. 297 J u. L, *k'*) ist heller und fest und zeigt auf Längsschnitten auf ihrem Scheitel die kleine Endknospe (Fig. 297 K, *b*) für den blühenden Stengel des nächsten Jahres. Diese jüngere Knolle ist eine Seitenknospe, welche meist in der Achsel des vorletzten den Laubblättern des Blüthenstengels vorhergehenden Niederblattes entspringt (selten des drittletzten: Orchis militaris — oder des letzten: Platanthera viridis) und mit ihrer ersten Wurzel (bei einfacher Knolle) oder mit mehreren Wurzeln (bei getheilter Knolle) verschmilzt und anschwillt. Die Spitze der ungetheilten Knolle, sowie die Spitzen der getheilten Knollen besitzen wenigstens im Jugendzustande die Beschaffenheit von Wurzelspitzen; durch Streckung der Insertionsstelle des ersten Blattes der Knospe oder durch röhrige Vertiefung der ganzen Knospenaxe entsteht der Knospenstiel (Fig. 297 F, G, K: *s*); unter einander stehen ältere und jüngere Knolle nicht in directer Verbindung. Zu den in Fig. 297 gezeichneten Entwickelungsstadien mag noch Folgendes bemerkt werden. A zeigt uns ein im October beobachtetes, noch sehr junges Keimpflänzchen (der nebenstehende Strich giebt die natürliche Grösse an). Die kleine, umgekehrt kegelförmige, bisweilen etwas gekrümmte Keimaxe, deren Wurzelende der abwärts gekehrten Spitze entspricht, trägt auf dem Scheitel die kleine Endknospe, wie aus dem in Fig. B dargestellten Längsschnitte noch besser ersichtlich ist. Fig. C u. D repräsentiren Keimpflänzchen, die beide das Durchbrechen der ersten Nebenwurzel (*w*) der Keimaxe zeigen, D ausserdem auch bereits das zweite Scheidenblatt, welches in C noch von dem ersten eingeschlossen ist. Ein dem Entwickelungsstadium D entsprechender Längsschnitt E, in welchem jedoch die seitwärts liegende Nebenwurzel nicht getroffen wurde, lässt nun schon die Anlage der ersten Knolle (*k'*) erkennen, welche aber noch von den über ihr liegenden Scheidenblättern bedeckt und äusserlich noch nicht sichtbar ist. Auf einer späteren Entwickelungsstufe würde diese Knospe (resp. Knolle) im Längsschnitte etwa wie in Fig. H erscheinen: *k* ist hier die knollige Keimaxe (in späteren Jahren die alte blühende Axe), *m* das Mutterblatt, in dessen Achsel die Knospe *b* mit ihrer bereits angelegten, aber noch von einer Gewebeschicht (*v*) bedeckten Wurzel (*k'*) steht, beide zusammen die für die nächste Vegetationsperiode bestimmte Knolle repräsentirend. In den Figuren F u. G (letztere den Längsschnitt von F darstellend) sehen wir diese Knolle völlig nach aussen getreten und zugleich auch die Wurzel *w* der Keim-

axe stärker entwickelt (vgl. C u. D). Von dem jungen Pflänzchen stirbt nun die Keimaxe *k* sammt dem zugehörigen oberirdischen Stengel ab und auch der Knospenstiel verwest bis auf

Fig. 297.

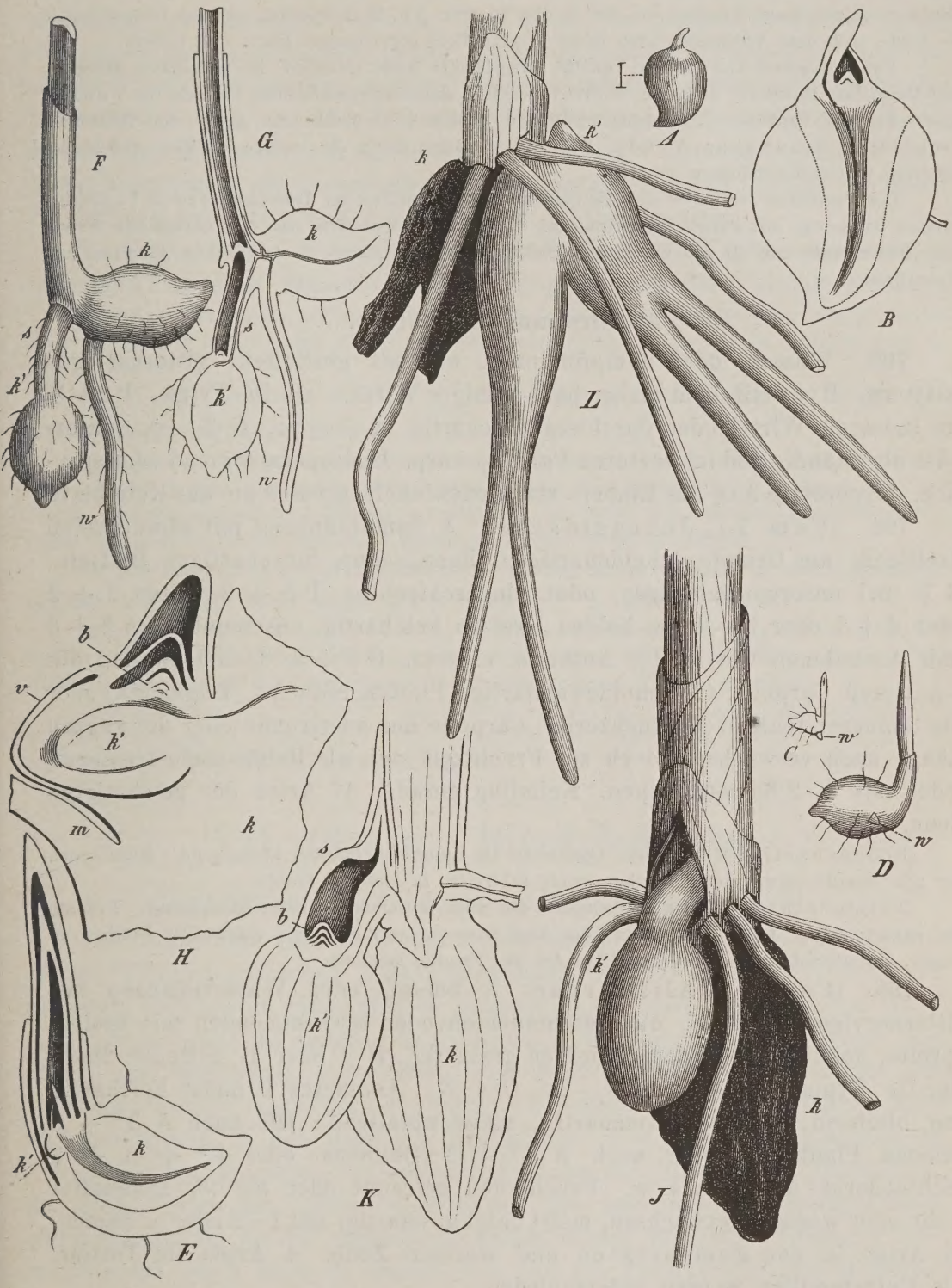


Fig. 297. A—K Knollen verschiedenen Alters von Orchis militaris und L solche von O. latifolia; C und J—L in natürl. Gr., A—H nach Irmisch. In allen Figuren bedeutet *k* die alte vorjährige, im Absterben begriffene und *k'* die junge diesjährige, in der Entwickelung begriffene Knolle. Weiteres im Texte § 792.

geringe Reste, so dass für die nächste Vegetationsperiode nur die junge Knolle *k'* erhalten bleibt. Diese treibt nun im 2. Sommer den erstarkenden Stengel, entwickelt in gleicher Weise eine neue Knolle für das 3. Jahr und stirbt ab. Die 2. Knolle verhält sich ebenso, jede folgende Generation erstarkt mehr und mehr, die Pflanze kommt schliesslich zum Blühen, und alte Individuen zeigen dann Knollen von der in den Figuren J u. K (körperlich und im Längsschnitte — beide nach dem Voraufgehenden leicht verständlich) gezeichneten Form und Grösse.

Von tropischen Arten ist die **Vanilla** planifolia Andr. (Mexiko; im tropischen Amerika, auf Mauritius, Bourbon, Java etc. cultivirt) wichtig, deren schotenförmige Früchte die Vanille sind (Fructus Vanillae — Hauptbestandtheil: Vanillin). — Zahlreiche Arten der Gattungen Oncidium, Stanhopea, Vanda, Phajus, Epidendron etc. werden als Zier- und Modepflanzen in Gewächshäusern cultivirt.

Den Orchideen schliessen sich die beiden kleinen Familien der **Apostasiaceae** (B ↑; Fruchtknoten 3fächerig, mit axilen Samenträgern; Staubgefässe oberwärts frei — 5 ostindische Arten) und **Burmanniaceae** (B ✳; äusseres P kelchartig — 40 Arten im tropischen Amerika und Asien) an.

37. Ordnung. Helobiae.

793. Wasser- oder Sumpfpflanzen, oft mit gestielten, gitternervigen Blättern. B ✳, mit bald mehr, bald weniger Wirteln als im Typus. P 3+3, im äusseren Wirtel oder durchweg kelchartig. A 3 — ∞. G 3 — ∞, unter- oder oberständig und im letzteren Falle apocarp. Endosperm fehlend oder spärlich. Hypocotyle Axe des Embryo stark entwickelt, grösser als das Keimblatt.

794. (Fam. 1.) Juncaginaceae. ♃ Sumpfpflanzen mit abwechselnd 2zeiligen, am Grunde scheidenartigen, linealischen, binsenartigen Blättern. B ☿ (bei unseren Gattungen) oder eingeschlechtig. P 3 + 3, selten 2 + 2 oder 4 + 4 oder 3 + 0, in beiden Kreisen kelchartig, unscheinbar. A 3 + 3 (mit Ausnahmen wie im P); Antheren extrors. G 3 + 3, doch bisweilen die 3 äusseren Carpelle auf scheidewandartige Platten reducirt (Triglochin) oder die 3 inneren fehlend (Scheuchzeria); Carpelle nur am Grunde oder der ganzen Länge nach verwachsen, doch zur Fruchtzeit sich als Balgkapseln trennend, jedes mit 1—2 Samenknospen. Keimling gerade. 17 Arten der gemässigten Zone.

Scheuchzeria: P bleibend. Connectiv die Staubbeutelhälften überragend. Früchtchen nur am Grunde verwachsen. Blüthen wenig zahlreich, in lockerer Traube.

Triglochin: P abfallend. Connectiv die Staubbeutelhälften nicht überragend. Früchte der ganzen Länge nach verwachsen, die drei äusseren verkümmert. Zahlreiche Blüthen in langer, ährenförmiger Traube. 1 tertiäre Art der Familie bekannt.

795. (Fam. 2.) Alismaceae. ♃ Sumpf- oder Wasserpflanzen mit gitternervigen Blättern, die aufgetauchten oder schwimmenden mit breiter Spreite, gestielt, die untergetauchten grasartig. B ☿ oder 1-, seltener 2häusig, ihr Typus P 3 + 3, A 6 — ∞, G $\underline{6-\infty}$. Aeusseres P meist kelchartig und bleibend, inneres blumenartig, meist abfallend. Oft auch A 3^2 + 0 (Alisma Plantago), oder auch A 3^2 + 3 (Butomus) oder 3^2 + 3 + 3 (Echinodorus-Arten) u. s. w. Früchtchen getrennt oder an der Innenseite mehr oder weniger verwachsen, meist balgkapselartig, mit 1—2 oder ∞ Samen. 63 Arten in der gemässigten und warmen Zone. 4 Arten im Tertiär. Als Unterfamilien werden unterschieden:

1. Alismoideae. Früchtchen 1—2sämig. Keimling hufeisenförmig.

Alisma. B ☿. A 3^2 + 0 — ∞. G ∞. Blüthenaxe flach.

Sagittaria. B ♂ und ♀. A ∞. G ∞. Blüthenaxe kugelig.

2. Butomoideae. P in beiden Kreisen corollinisch, bleibend. A 3^2+ 3. G 3 + 3. Früchtchen mit ∞ Samen. Keimling gerade. — Butomus.

796. (Fam. 3.) Hydrocharidaceae. Meist 4 Wasserpflanzen mit spiraligen oder quirlständigen, sitzenden oder gestielten, einfachen, manchmal mit Nebenblättern (Hydrocharis) versehenen Blättern und über das Wasser tretenden, zweihäusigen Blüthen. P 3 + 3, der äussere Kreis kelchartig der innere zart, corollinisch, in der Knospe geknittert, bisweilen 0. A 3—∞, in den ♀ B als Staminodien, in den ♂ und ☿ ebenfalls ein oder mehrere Kreise unfruchtbar. G $\overline{(3-6)}$ mit eben so vielen Narben, einfächerig oder mehrkammerig, mit mehreren anatropen oder atropen Samenknospen. Frucht meist beerenartig, oft unregelmässig aufspringend. Embryo gerade. 40 Arten in der gemässigten und warmen Zone. 3 Unterfamilien:

1. Hydrilleae. Fruchtknoten einfächerig, mit 3 Narben und 3 wandständigen Placenten. Stamm gestreckt, mit quirlig gestellten, kleinen Blättern.

Elodea canadensis, „Wasserpest" (A meist 9), aus Nordamerika eingeschleppt und in unseren Canälen und Flüssen oft für die Schifffahrt lästig. — Hydrilla verticillata (A 3), nur bei Stettin.

2. Vallisnerieae. Wie 1, aber Stamm sehr kurz, mit dicht gedrängten, grasartigen Blättern.

Vallisneria spiralis, Südeuropa (schon in Südtirol). Die ♂ B lösen sich zur Blüthezeit von den kurzen Stielen los und schwimmen auf dem Wasser den ♀ entgegen, die auf langen, spiralig gewundenen Stielen emporsteigen, um nach der Befruchtung wieder unterzutauchen und die Frucht unter dem Wasser zu reifen. 1 Art im Tertiär.

3. Stratiotideae. Fruchtknoten 6- oder mehrkammerig, mit 6 Narben. Stamm kurz, mit dicht gedrängten Blättern. 5 tertiäre Arten.

Stratiotes. ♂ B: A ∞, etwa die 12 inneren fruchtbar, die übrigen kürzere Staminodien; kein Rudiment eines Fruchtknotens. ♀ B: Staminodien ∞, Samenknospen anatrop. Aloëartige Pflanze mit schmalen, starren, am Rande stachelig gesägten Blättern.

Hydrocharis. ♂ B: A 12, am Grunde verwachsen, 3 äussere meist unfruchtbar; Fruchtknotenrudiment vorhanden. ♀ B: Staminodien 6, Samenknospen atrop. Pflanze mit nierenförmigen, weichen, schwimmenden Blättern.

XII. Classe. Dicotyledoneae.

Zweikeimblätterige Samenpflanzen. (S. 169.)

797. Axe fast immer mit zu einem Kreise angeordneten collateralen, offenen Fibrovasalsträngen (Blattspursträngen, § 149 u. f.), die bei kräftigen Stengeln einjähriger Pflanzen und vorzüglich bei den ausdauernden Axen der Holzgewächse zu einem geschlossenen Bündelringe zusammentreten und durch die Thätigkeit ihres Holz und Bast scheidenden Cambiums das Dickenwachsthum vermitteln (§ 183 u. f.), welches bei den Holzgewächsen und namentlich in den Stämmen der Bäume viele Jahre mit periodischer Unterbrechung andauert und zugleich Ursache der Bildung der Jahresringe des Holzkörpers ist. Selten sind neben den gemeinsamen Strängen noch stammeigene, im Marke verlaufende Gefässbündel vorhanden (Begonia, Melastomaceae etc.); oder es ordnet sich nur ein Theil der Blattspursträngе zum typischen Ringe, während die anderen zerstreut oder zu Ringen geordnet das Mark durchziehen (Piperaceae, Cucurbitaceae etc.); oder es treten rindenständige Gefässbündel verschiedener Abstammung und Anordnung auf (Casuarina, Calycantheen etc.); oder es ist nur ein axiler, von relativ mächtiger Rinde umgebener Fibrovasalstrang vorhanden (Myriophyllum, Hippuris,

Elatine, Ceratophyllum). Verzweigung der Axe typisch monopodial und axillär. Blätter in mannigfaltiger Stellung, die Laubblätter gewöhnlich in Stiel und Spreite gegliedert, der erstere seltener mit ausgeprägter, stengelumfassender Scheide (Umbelliferen), aber häufig mit Nebenblättern am Grunde; die Spreite oft verzweigt oder wenigstens sehr häufig mit gezähntem, gesägtem u. s. w. Rande, ihre Nervatur fast durchgängig netzig mit stärker vortretendem Mittelnerven und fiederigen, selten handförmigen, stärkeren primären Seitennerven (§ 685). B viel mannigfaltiger als bei den Monocotylen und daher nicht auf einen einzelnen Typus zurückführbar, gewöhnlich eine als K und C unterscheidbare doppelte Blüthenhülle vorhanden (selten einfache Blüthenhülle oder diese ganz fehlend — Apetalae), daher die allgemeine Formel Kn, Cn, An (+ n + n .....), Gn (— m), in welcher n = 2, 3 (selten), 4, 5 (häufig) ist, namentlich im Androeceum Vermehrung der Wirtel auftritt (n + n + ...), im Gynaeceum dagegen Verminderung der Carpellzahl (— m) häufig stattfindet. Abweichungen durch Dédoublement, Abort etc. auch hier vorhanden. Samenknospen häufig (vorzüglich bei den Gamopetalen) nur mit einem und dann gewöhnlich sehr starken Integumente (§ 734, Fig. 253). Samen mit oder ohne Endosperm. Embryo selten ungegliedert (Schmarotzer, Humusbewohner) oder pseudomonocotyl (§ 751), meist mit 2 wohl ausgebildeten, gegenständigen Keimblättern, welche die nackt oder mit einer beblätterten Knospe endigende Keimaxe an Masse gewöhnlich bedeutend übertreffen und in den Fällen, in welchen sie bei der Keimung aus der Samenschale und über den Boden treten, die ersten assimilirenden Blätter der Pflanze bilden. Bei Entwickelung der Keimaxe zur Hauptaxe der Pflanze auch die Keimwurzel gewöhnlich sich zur kräftigen, acropetal sich verzweigenden Haupt-(Pfahl-)Wurzel ausbildend; sonst dieselbe wie bei den Monocotylen durch Nebenwurzeln ersetzt.

798. Die Dicotylen lassen sich nach dem Baue ihrer Blumenkrone in die beiden Unterclassen der Choripetalae (Dialypetalae, Eleutheropetalae) mit freiblätteriger (getrenntblätteriger) Krone und Sympetalae (Gamopetalae) mit verwachsenblätteriger Krone theilen. Früher kam hierzu als dritte Unterclasse noch die der Apetalae mit einfacher Blüthenhülle (Perigon) oder ganz ohne solche; doch werden deren Familien jetzt von den meisten Systematikern mit Recht in die Unterclasse der Choripetalae vertheilt, wenn auch die Verwandtschaft mancher Familie noch zweifelhaft ist. Ein Theil der Apetalen-Familien kann dabei von kronentragenden Typen abstammen; gewiss beruht aber in anderen Gruppen der Mangel der Krone oder das Fehlen der Blüthenhülle nicht auf Unterdrückung derselben, sondern entspricht dem ursprünglichen Verhältnisse, wie auch die ältesten, der Kreideformation angehörenden Dicotylenreste vorherrschend apetale Familien vertreten (so finden sich hier: Salix, Populus, Fagus, Quercus, Ficus etc.).

799. Die wichtigeren deutschen Familien lassen sich nach ihren typischen Merkmalen etwa folgendermaassen übersichtlich zusammenstellen.

I. Apetalae. Perigon einfach oder fehlend.

A. ♂, oft auch die ♀ B in Kätzchen.

1. B einhäusig.

a. ♂ und ♀ Kätzchen kugelig, an langen, hängenden Stielen: Platanaceae.

b. ♂ und ♀ Kätzchen kurz, fast eiförmig. P 4blätterig. A 4: Moraceae:

c. ♂ und ♀ Kätzchen lang walzenförmig, unter jeder Schuppe der ♂ 3 Blüthen mit je A 2—4, unter denen der ♀ 2—3 Fruchtknoten: Betulaceae.

d. Nur die ♂ B in reichblüthigen, (in der Regel) walzenförmigen Kätzchen.

* ♀ B zu 1—3 am Ende des Aestchens. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 Samenknospe. Frucht völlig nackt = Juglandaceae.

** ♀ B einzeln oder gehäuft oder lockerblüthige Aehren bildend. Fruchtknoten 3—6fächerig, jedes Fach mit 2 Samenknospen. Frucht am Grunde oder vollständig von einer Hülle (cupula) umwachsen.

α. Cupula 1früchtig. P in ♂ B unterdrückt, in den ♀ rudimentär: Corylaceae.

β. Cupula 1- bis mehrfrüchtig. P bei ♂ und ♀ B ausgebildet: Fagaceae.

2. B 2häusig.

a. Kätzchen kurz-walzenförmig. ♂ B ohne P, nur mit A 4, ♀ mit 2—4 Schüppchen unter dem einfächerigen, mit 1 Samenknospe versehenen Fruchtknoten: Myricaceae.

b. Kätzchen lang-walzenförmig. Beiderlei B im Grunde mit Nectarien oder A und G im Grunde eines meist becherförmigen Receptaculums, ♂ mit A 2—24, ♀ mit einem einfächerigen Fruchtknoten mit ∞ Samenknospen: Salicaceae.

B. Blüthen nicht in Kätzchen.

1. Fruchtknoten unterständig. P oft rudimentär.

a. P rudimentär; das der ♀ B mit schwach gelapptem Saume. ♂ mit nur A 1. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 Samenknospe. Wasserpflanzen mit quirlig gestellten, schmalen Blättern: Hippurideae.

b. P deutlich ausgebildet, oft gefärbt.

* A zu einer Walze verwachsen. Fruchtknoten 1fächerig, mit ∞ Samenknospen auf wandständigen Placenten; Schmarotzer: Cytineae (Unterfamilie der Rafflesiaceae).

** A frei oder mit Fruchtknoten verwachsen. Fruchtknoten mehr oder weniger vollständig 6fächerig, mit ∞ Samenknospen: Aristolochiaceae.

*** A frei. Fruchtknoten 1fächerig, mit 2—4 Samenknospen: Santalaceae.

2. Fruchtknoten oberständig.

a. Frucht in mehrere Früchtchen zerfallend oder in solche elastisch aufspringend.

* Fruchtknoten 4fächerig, 4samig, zuletzt in 4 einsamige Früchtchen zerfallend. 2 Griffel ungetheilt. Wasserpflanzen: Callitrichaceae.

** Fruchtknoten 3-, selten 2fächerig, mit eben so vielen oder je 2 Samenknospen, bei der Reife die Fächer sich von der centralen Axe elastisch ablösend. Griffel oder Narben getheilt: Euphorbiaceae.

b. Frucht nicht aufspringend oder zerfallend.

* Mit Nebenblättern.

α. Nebenblätter in eine den Stengel umschliessende Scheide verwachsen: Polygonaceae.

β. Nebenblätter frei.

0 A 4—5, in der Knospe nach innen umgebogen, 1 Griffel. Samen mit Endosperm und geradem Keim: Urticaceae.

00 A 5, in der Knospe gerade. Narben 2. Samen ohne Endosperm, mit gebogenem oder spiraligem Keim: Cannabinaceae.

000 A 4—8. Griffel 2. Samen ohne Endosperm, mit geradem Keim: Ulmaceae.

** Ohne Nebenblätter.

α. 1 Griffel mit 1 Narbe.

0 P röhrig, mit 4—5spaltigem Saume: Thymelaeaceae.

00 P 2- oder 4—5spaltig. Fruchtknoten einfächerig, mit 1 Samenknospe; Keimling gerade: Elaeagnaceae.

000 P meist trockenhäutig, 3—5blätterig. A 2—5. Fruchtknoten 1fächerig, 1- bis mehrsamig. Samen endospermhaltig. Keimling gekrümmt: Amarantaceae.

0000 P vielblätterig. A 12—16. Samen endospermlos. Keimling gerade. Wasserpflanzen: Ceratophyllaceae.

β. 2 Griffel. P 4—5spaltig. A 8—10. Fruchtknoten 1fächerig, 2samig: Scleranthеae.

γ. Griffel 2—4spaltig oder 2—4 Narben. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 Samenknospe: Chenopodiaceae.

II. Gamopetalae. Mit Kelch und verwachsenblätteriger Blumenkrone.

A. Fruchtknoten unterständig.

1. A auf dem Gipfel des Fruchtknotens eingefügt.

a. B regelmässig.

* B eingeschlechtig. K und C abfallend. Samenträger wandständig: Cucurbitaceae.

** B zwitterig. Samenträger central.

α. C abfallend. A 8—10. Beere: Vaccinieae.

β. C nicht abfallend. A meist 5. Kapsel: Campanulaceae.

b. B zygomorph, sonst wie Campanulaceae: Lobeliaceae.

2. A in der Röhre der Blumenkrone oder zwischen den Zipfeln des Saumes eingefügt.

a. Fruchtknoten mit 2—mehr Samenknospen.

* Blumenkrone meist 4gliederig. A 4—5. Griffel 2. Blätter quirlig: Rubiaceae.

** C meist 5gliederig. A 5. 1 Griffel oder 3 Narben. Blätter gegenständig: Caprifoliaceae.

b. Fruchtknoten mit einer Samenknospe.

* Fruchtknoten 3fächerig, 2 Fächer leer, das dritte mit 1 Samenknospe: Valerianaceae.

** Fruchtknoten 1fächerig.

α. Staubgefässe frei.

0 Blüthen zwitterig: Dipsaceae.

00 B eingeschlechtig: Ambrosiaceae (Unterfamilie der Compositen).

β. Die A 5 mit den Antheren zu einer Röhre verklebt: Compositae.

B. Fruchtknoten oberständig.

1. Fruchtknoten 1fächerig.

a. Fruchtknoten mit 1 Samenknospe.

* A 5, dem Fruchtboden oder der Basis der C eingefügt. 5 Griffel oder Narben: Plumbaginaceae.

** A 4, ganz oben der C eingefügt. 1 Griffel mit einfacher Narbe: Globulariaceae.

b. Fruchtknoten mit mehreren Samenknospen auf freier, axiler Placenta.

* Blüthen regelmässig.

α. C trockenhäutig, 4spaltig. A 4. Placenta 2—4flügelig: Plantaginaceae.

β. C normal, 4—5spaltig, mit A 4—5. Placenta walzenförmig: Primulaceae.

** Blüthen zygomorph, 2lippig, mit A 2: Lentibulariaceae.

c. Fruchtknoten mit ∞ Samenknospen auf wandständigen Placenten, selten halb oder ganz 2fächerig: Gentianaceae.

2. Fruchtknoten 1fächerig, mit wandständigen, oder 2fächerig mit mittelständigen, der Scheidewand ansitzenden Samenträgern. A 2, oder 4 zweimächtige. B zygomorph oder ungleich.

* Fruchtknoten 1fächerig, mit wandständigen Samenträgern. Chlorophylllose Schmarotzer mit schuppigen Niederblättern: Orobancheae (Unterfamilie der Gesneraceae).

** Fruchtknoten 2fächerig.

α. Frucht eine 2fächerige Kapsel.

0 Samen endospermhaltig: Scrophulariaceae.

00 Samen endospermlos: Acanthaceae.

β. 2—4fächerige Steinfrucht, oft in 2—4 Früchtchen zerfallend: Verbenaceae.

3. Fruchtknoten 2fächerig, mit 1 oder 2 Samenknospen in jedem Fache.

* B zygomorph, die äusseren Kelchblätter flügelartig, die A 8 unter sich und mit der C verwachsen: Polygalaceae.

** B regelmässig. 2 Staubgefässe.

α. C 5—8lappig. Fruchtknotenfächer mit 1 aufrechten Samenknospe: Jasmineae.

β. C 4spaltig, 4blätterig oder 0. Fruchtknotenfächer mit je 2 hängenden Samenknospen: Oleaceae.

4. Fruchtknoten scheinbar 4fächerig, die Fächer durch eine tiefe Grube getrennt, aus deren Grunde der Griffel entspringt. Fruchtknoten in 4 Nüsschen zerfallend.

* A 5, Blüthe ganz oder fast regelmässig: Asperifoliaceae.

** A 4 zweimächtige oder 2; C zygomorph, 2lippig: Labiatae.

5. Fruchtknoten 2—vielfächerig, mit mittelständigen Samenträgern. Oder 2 Fruchtknoten, die mit den Narben verwachsen sind.

* C 4-, seltener 5theilig, in der Knospe dachig; hypogyner Discus fehlt. Fruchtknoten 2—6fächerig, das Fach mit 1 hängenden Samenknospe. Steinfrucht: Aquifoliaceae.

** C 5lappig, in der Knospe gedreht. A 5. Fruchtknoten auf hypogynem Discus, 2—4fächerig, jedes Fach mit 1 oder 2 aufrechten Samenknospen. Kapsel. Keimling gekrümmt: Convolvulaceae. (Cuscuteae, chlorophyllose Schmarotzer.)

*** C 5lappig, in der Knospe gedreht. A 5. Fruchtknoten mit hypogynem Discus, 3fächerig, Fächer mit mehreren Samenknospen. Kapsel. Keimling gerade: Polemoniaceae.

**** C 5lappig, in der Knospe gefaltet, seltener gedreht oder dachig. A 5. Frucht eine 2—4fächerige, vielsamige Kapsel oder Beere. Keimling meist gekrümmt: Solanaceae.

***** C 4—5spaltig, in der Knospe dachig. Staubgefässe so viele oder meist doppelt so viele als Blumenkronenabschnitte, vor einem hypogynem gekerbtem Discus oder vor Drüsen auf dem Fruchtboden eingefügt. Fächer der Kapsel so viele als Kronenzipfel, meist mehrsamig: Ericaceae.

****** A frei, mit einzelnen oder zu 4 verbundenen Pollenkörnern. Fruchtblätter unten oft getrennt und dann oben durch die breite Narbe verbunden: Apocynaceae.

******* A verwachsen, auf dem Rücken mit Anhängseln, ihr Pollen wie bei den Orchideen zu Pollinarien verklebt. 2 Fruchtknoten und Griffel mit gemeinsamer 5eckiger Narbe: Asclepiadaceae.

III. Choripetalae. Mit K und freiblätteriger C.

A. Blüthentheile, vorzüglich die Fruchtknoten (wenn ∞), spiralig.
1. Fruchtknoten einfächerig. Landpflanzen: Ranunculaceae.
2. Fruchtknoten vielkammerig. Wasserpflanzen: Nymphaeaceae.

B. Blüthentheile in Wirteln.
1. Blüthenhüllen und A unterständig (Fruchtknoten oberständig).
a. Staubgefässe vollständig frei.
* Staubbeutel mit Klappen aufspringend: Berberidaceae.
** Staubbeutel mit Spalten aufspringend.
0 Kelch 2blätterig. Krone 4blätterig: Papaveraceae.
00 K und C 4blätterig. A 6, von denen die inneren 4 länger: Cruciferae.
000 Blüthenhüllen 5gliederig, seltener 4- oder 3gliederig.
α. Blüthen zygomorph.
† A 5. Fruchtknoten geschlossen. Kapsel 3klappig: Violaceae.
†† A 12—∞. Fruchtknoten oben offen: Resedaceae.
β. Blüthen regelmässig.
† A ∞. Griffel und Narbe 1: Cistaceae.
†† A 4—10. Narben 3. Samen mit Haarschopf: Tamaricaceae.
††† A 5 oder mehr. Griffel 3—5. Samenträger wandständig. Samen ohne Haarschopf: Droseraceae.
†††† A meist 10. Fruchtknoten 1fächerig, mit centralem Samenträger: Caryophyllaceae.

b. Staubgefässe mit den Filamenten mehr oder weniger verwachsen.
* Blüthen zygomorph.
0 A 5, Staubfäden oben verwachsen, unten zuletzt abreissend und auf der Narbe hängen bleibend: Balsaminaceae.
00 A 4, Staubfäden mit den unteren Theilen verwachsen, bleibend: Fumariaceae.
** Blüthen regelmässig.
0 Kapselfrüchte.
α. Staubfäden in mehrere Bündel vereinigt: Hypericaceae.
β. Staubfäden an der Basis ringförmig vereinigt.
† Wasserpflanzen mit gegenständigen Blättern und sehr kleinen, achselständigen, 3—5gliederigen Blüthen: Elatinaceae.
†† Landpflanzen mit 4zähligen, kleeartigen Blättern und 5gliederigen Blüthen: Oxalidaceae.
††† Landpflanzen mit einfachen, ganzrandigen Blättern und 5gliederigen Blüthen: Linaceae.

00 Schliessfrüchte. Staubfäden fast frei oder in 5 Bündel verwachsen: Tiliaceae.

000 Spaltfrüchte.

α. Spaltfrucht 2theilig, 2flügelig: Aceraceae.

β. 5 Fruchtfächer sich mit bogig oder spiralig einrollenden Griffeln von einer Mittelsäule ablösend: Geraniaceae.

γ. Zahlreiche Früchtchen (bei unseren einheimischen Arten) zu einem scheibenförmigen, vielfächerigen Fruchtknoten verbunden und zu Spaltfrüchtchen aus einander fallend: Malvaceae.

2. Staubblätter, sowie Krone und Kelch stehen auf einer scheibenartigen oder krugförmigen Erweiterung der Blüthenaxe oder sind der Kelchröhre eingefügt.

a. Fruchtknoten einzeln.

* Fruchtknoten aus mehr als einem Carpellblatte gebildet. Meist nur A 5—7 oder weniger.

0 Blüthen zygomorph. A 7: Hippocastaneae (Sapindaceae).

00 B regelmässig, mit Ausnahme von ε, 4—5gliederig.

α. Fruchtfächer bis auf eines fehlschlagend: Anacardiaceae.

β. Kapsel mehrfächerig: Celastraceae.

γ. Steinfrucht mit 1—5 einsamigen Steinen: Rhamnaceae.

δ. Beere: Vitaceae.

ε. Kapsel 1fächerig, vielsamig. A 6—12. K 6zähnig, C 6blätterig: Lythraceae.

** Fruchtknoten aus einem Carpellblatte gebildet.

0 Blüthen regelmässig. Steinfrucht 1samig: Amygdalaceae.

00 B zygomorph, schmetterlingsförmig. Hülse meistens mehrsamig: Papilionaceae.

b. Fruchtknoten 2 oder mehr, selten 1. Staubgefässe meist ∞.

* Fruchtknoten meist ∞, frei: Rosaceae.

** Carpelle 2 bis 5, mit der fleischig werdenden Blüthenaxe und unter sich zur Apfelfrucht verwachsend: Pomaceae.

*** Fruchtknoten 3—5 oder mehr, kreisförmig gestellt; Balgkapseln. Fettpflanzen: Crassulaceae.

3. Blüthenhüllen und A oberständig (Fruchtknoten unterständig).

a. Fruchtknoten halb unterständig. Fruchtblätter 2—5, mehr oder weniger mit einander verwachsen: Saxifragaceae.

b. Fruchtknoten völlig unterständig.

* Blüthen ☿.

0 Blüthen 4zählig.

α. Kapselfrucht: Onagraceae.

β. Steinfrucht: Cornaceae.

00 Blüthen 5zählig.

α. Saftige Beere mit wandständigen Samenträgern. Fruchtknoten einfächerig: Ribesiaceae.

β. Mehrfächerige Beere. Fruchtknoten mehrfächerig (bei unserer Art 5—10fäch.): Araliaceae.

γ. Spaltfrüchte. Fruchtknoten 2fächerig: Umbelliferae.

** Blüthen (bei unserer Art) 2häusig. Chlorophyllhaltige Parasiten auf Bäumen: Loranthaceae.

I. Unterclasse. Choripetalae. (Eleutheropetalae incl. Apetalae.)

38. Ordnung. Amentaceae.

800. Fast ausnahmslos Holzgewächse mit kleinen, unscheinbaren, typisch apetalen, eingeschlechtigen B, die bei den ♂ stets, bei den ♀ häufig kätzchenartige Inflorescenzen bilden. P in den Fällen regelmässiger Ausbildung

doppelt-3- oder 2zählig, oft auch unvollständig oder 0. A manchmal so viele als Perigontheile und dann diesen superponirt, gewöhnlich jedoch in grösserer oder geringerer Zahl. G bei Anwesenheit eines P fast stets unterständig, meist aus 2—3, (bisweilen bis 9) Carpellen gebildet, selten monomer, mit nach den Familien verschiedener Zahl und Stellung der Samenknospen, letztere bei den Cupuliferen, Juglandaceen und Myricaceen gewöhnlich erst nach der Bestäubung zur Anlage kommend. Same ohne Endosperm.

801. (Fam. 1.) Cupuliferae (im weiteren Sinne). ♄ oder ♄ mit abwechselnden, fiedernervigen, am Rande gesägten oder gezähnten, selten gelappten, nie zusammengesetzten Blättern und freien, meist hinfälligen Nebenblättern. B monöcisch. ♂ Inflorescenzen meist lang, kätzchenförmig und hängend, selten das Kätzchen fast kugelig (Fagus). ♀ Inflorescenz verschiedengestaltig. P klein, unansehnlich, häutig, 4—8gliederig, oft rudimentär oder 0, in den ♀ B oberständig. A 2—20, öfter gespalten (S. 403), frei, bei Isomerie vor den Perigonabschnitten, die Antheren an der Basis oder nahe der Basis befestigt, bei gespaltenen Staubgefässen monothecisch, sonst dithecisch, meist intrors mit Längsspalten sich öffnend. G $\overline{(2-9)}$, das Ovarium vor der Blüthezeit oft solid und ohne Samenknospenanlagen, nach der Bestäubung 2- oder 3-, selten 4- oder 6fächerig, in jedem Fache mit 1 oder mit 2 collateralen, seitlich an der Spitze oder nahe der Spitze entspringenden, hängenden oder absteigenden, anatropen oder hemianatropen Samenknospen; Griffel so viele als Fächer, manchmal an der Basis verwachsen. Frucht eine durch Abort meist 1fächerige und 1samige Nuss, welche bei den Corylaceen und Fagaceen von einer aus den verwachsenen Hochblättern gebildeten Hülle oder Cupula eingeschlossen wird; Pericarp lederig oder holzig. Same mit häutiger Schale, ohne Endosperm, der grosse Embryo mit fleischigen, glatten, runzeligen oder gefalteten Cotyledonen und kurzem, nach oben gekehrtem Würzelchen. — Ca. 400 Arten, von denen die meisten den gemässigten Klimaten der nördlichen Erdhälfte angehören. Die 3 Unterfamilien werden oft auch als selbständige Familien betrachtet.

802. (1. Unterfamilie.) **Betulaceae.** ♂ Kätzchen hängend. P der ♂ B 4- oder (durch Abort weniger-)gliederig; A 2 oder 4, die Antheren an der Spitze ohne Haarbüschel. ♀ Kätzchen dachziegelig-schuppig, unter jeder Bractee 2—3 B ohne P. G $\overline{(2)}$. Ovarfächer 2, mit je 1 etwas unterhalb der Spitze entspringenden Samenknospe. 2 Griffel (Narben). Nuss klein, zusammengedrückt, ohne Cupula. Keimblätter über den Boden vortretend, laubartig. Ca. 40 lebende Arten in 2 Gattungen; im Tertiär und Quartär 76 Arten bekannt.

Betula (Birke). ♂ B: Mittelblüthe mit den 2 Seitenblüthen der Trugdöldchen ohne entwickelte Vorblätter. P 4blätterig, das vordere Blatt viel grösser, die hinteren oft verkümmernd. A 2, zuweilen 3 in jeder B, bis zum Grunde 2theilig. — ♀ B: Trugdöldchen 3-, seltener durch Verkümmerung der Mittelblüthe 2blüthig, die 2 Vorblätter derselben mit dem Tragblatte zu einer 3lappigen oder 3spaltigen Schuppe verwachsend, welche mit der häutig geflügelten Frucht abfällt. ♂ Kätzchen an der Spitze vorjähriger Triebe nackt überwinternd, ♀ terminal mit einigen Laubblättern in Seitenknospen überwinternd, daher erst nach Laubausbruch erscheinend. — B. verrucosa Ehrh. (B. alba vieler Autoren): Junge Triebe mit Harzwarzen, wie die jungen Blätter meist kahl; Blätter dreieckig-rhombisch mit nicht abgerundeten Seitenecken; Flügel doppelt so breit als das Nüsschen selbst. Wälder. — B. pubescens Ehrh. Junge Triebe ohne Harzwarzen und wie die Blätter meist behaart, letztere auch später in den Aderwinkeln meist bärtig, ei- oder rhombisch-eiförmig, mit abgerundeten Seitenecken; Flügel so breit als das Nüsschen. Wälder, Brüche, in letzteren meist ♄. — Liefern gutes Nutzholz; Rinde der B.

verrucosa in Russland zur Destillation des Birkentheers für die Bereitung des Juchtenleders verwendet.

Alnus. (Erle.) ♂ B: Mittelblüthe mit 2 Vorblättern; von den Vorblättern der Seitenblüthen nur die vorderen entwickelt. Die Vorblätter grösstentheils mit dem Tragblatte verwachsen. P 4spaltig, die vorderen Abschnitte etwas grösser. A 4, ungetheilt. ♀ B: Trugdöldchen durch Fehlen der Mittelblüthe stets 2blüthig. Die 4 Vorblätter mit dem Tragblatte zu einer verholzenden, 5lappigen (auch nach dem Abfallen der nicht oder undurchscheinend geflügelten Nuss) stehen bleibenden Schuppe verwachsen. ♂ Kätzchen am Gipfel, ♀ auf dem obersten Seitenzweige vorjähriger Triebe, beide nackt überwinternd, vor dem Laubausbruche blühend. — A. glutinosa Gaertn. Blätter rundlich oder rundlich-verkehrt-eiförmig, meist gestutzt oder ausgerandet, unterseits blass-grün und in den Aderwinkeln bärtig, sonst kahl, anfangs kleberig. Feuchte Wälder, Ufer, Sümpfe. — A. incana DC. Blätter eiförmig, spitz oder kurz zugespitzt, unterseits blaugrün, meist kurzhaarig oder fast filzig, später bisweilen fast kahl. Sumpfige Wälder, feuchte Stellen im Gebirge.

803. (2. Unterfamilie.) **Corylaceae.** (Carpineae). ♂ Kätzchen hängend, ihre B ohne P, aus 3—∞ der Deckschuppe aufgewachsenen, bis zum Grunde 2theiligen Staubgefässen mit monothecischen, an der Spitze behaarten, introrsen, mit Längsspalte sich öffnenden Antheren bestehend (S. 403, Fig. 244). ♀ Inflorescenz verschiedengestaltig, ihre B mit rudimentärem (aus Zähnchen gebildetem) P; G (2), die Samenknospen mit nur 1 Integumente; Griffel sehr kurz, mit 2 langen Narben. Nuss durch Fehlschlagen 1samig (bei Corylus 2samige Nüsse nicht selten, bisweilen auch 3samige), einzeln von einer Cupula eingeschlossen, welche durch Verwachsung der 2 Vorblätter mit dem Deckblatte gebildet wird. Cotyledonen bei der Keimung ober- oder unterirdisch. — 4 Gattungen mit ca. 20 Arten; 44 Arten im Tertiär.

Corylus: ♂ B mit 2 Vorblättern und 4 völlig gespaltenen Staubgefässen (8 Hälften). ♀ Blüthenstand laubknospenartig: unter mehreren der dicht anliegenden Schuppen einer Knospe findet sich je ein Zweiglein mit 2 Vorblättern, welches 2 Blüthen mit je 2 weiteren Vorblättern trägt; die rothen Narben ragen aus der Knospe pinselartig hervor. Cupula unregelmässig zerschlitzt, auf der Nuss ein Spitzchen als Rest des P. ♂ Kätzchen nackt überwinternd; Blüthe vor dem Laubausbruche. Keimblätter unterirdisch. — C. Avellana L. (Haselstrauch, Haselnuss). Cupula glockig, offen, so lang oder länger als die Nuss. Wälder u. Waldränder. Samen essbar; Holz zu Fassreifen. — C. tubulosa Lam. (Lambertsnuss). Cupula röhrig, oben verengert, meist doppelt so lang als die Nuss. Südeuropa, der Nüsse wegen oft cultivirt.

Carpinus: ♂ B ohne Vorblätter, mit 4—10 Staubgefässen mit getrennten Antherenhälften. ♀ B in einem sehr lockeren Kätzchen; Perigonsaum aus 6—10 sehr kleinen Zähnchen gebildet, die gerippte Nuss krönend. Cupula auf der Innenseite offen, 3lappig. Beiderlei Kätzchen auf der Spitze diesjähriger beblätterter Kurztriebe. Keimblätter über den Boden vortretend. — C. Betulus L. (Hain- oder Weissbuche). Blätter ei- oder länglich-eiförmig, zugespitzt, doppelt-gesägt, längs der Seitennerven faltig. Wälder. Liefert werthvolles Nutzholz.

804. (3. Unterfamilie.) **Fagaceae** (Cupuliferae im engeren Sinne). ♂ Inflorescenzen verschieden gestaltet, bisweilen aufrecht, ihre B einzeln oder geknäuelt, mit oder ohne Deckblatt mit P (4—6, selten 7). A 5—20 im Grunde des P, nicht gespalten, mit normalen dithecischen, introrsen Antheren. ♀ Inflorescenzen mit 1—3 B mit meist P (6) und G (3—9), das Ovarium meist 3fächerig, selten nur 2- oder mehrfächerig, jedes Fach mit 2 collateralen, im Grunde aufrechten oder aus der Spitze hängenden, anatropen Samenknospen mit 2 Integumenten; Griffel so viele als Fächer. Nuss durch Fehlschlagen 1fächerig und 1samig, mit lederiger Schale, einzeln oder zu mehreren in der offenen (Quercus) oder völlig geschlossenen und bei der Reife kapselartig aufspringenden Cupula (Castanea, Fagus). Keimblätter laubartig über den Boden tretend (Fagus) oder unterirdisch (Quercus, Castanea). — Ca. 340 lebende Arten und ca. 200 fossile von der Kreide bis zum Quartär, davon ca. 180 zu Quercus gerechnet.

I. ♂ Blüthenstand fast kugelig. P 5—6spaltig. A 8—12. P der ♀ B am Saume zerschlitzt. 3 Narben. Frucht 3kantig, 1samig. Cupula geschlossen, 4spaltig, mit 2—5 Früchten, auf der Oberfläche stachelig: Fagus.

II. ♂ Blüthenstand verlängert, ährenförmig.

A. ♂ Kätzchen dichtblüthig. P 5—6theilig. A 10—15. P der ♀ B 6spaltig; Narben meist 6. Cupula geschlossen, 4spaltig, stachelig, mit 2—5 Früchten. Frucht rundlich, 1—2samig: Castanea.

B. ♂ Kätzchen unterbrochen-blüthig; P 3—8theilig; A 3—10 oder mehr. Weibliche Hülle nur 1blüthig, napfförmig, ihre Blättchen schuppenartig. Narbe 3lappig. Frucht eiförmig, 1samig, in offener, napfförmiger Cupula: Quercus.

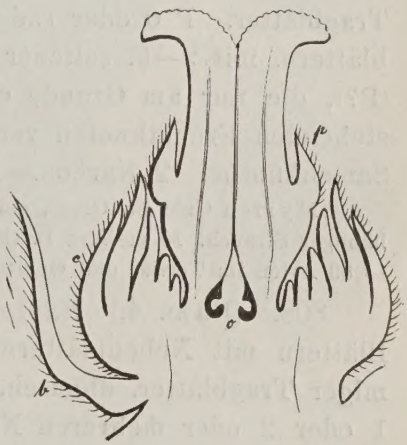
805. **Quercus** L. (Eiche). Deckblätter der ♂ Aehren mit nur 1 B ohne Vorblätter in der Achsel (Fig. 298). ♀ B ohne oder mit deutlich entwickelten Vorblättern (Fig. 299), ihre Fruchtknotenhöhle sich erst nach der Bestäubung entwickelnd; Cupula zur Blüthezeit noch klein und mit nur wenigen Schüppchen (Fig. 299, 300), bald als Axengebilde betrachtet und ihre Schüppchen als Blätter, bald als aus Vorblättern verwachsen und ihre Schüppchen dann als Emergenzen. Nuss (Eichel) im 1. oder 2. Jahre reifend. ♂ Kätzchen in der Achsel der obersten Knospenschuppen (Nebenblattpaare ohne Laubspreite), ♀ in der Achsel von Laubblättern der Gipfeltriebe; Blüthezeit kurz nach dem Laubausbruche. Keimblätter bei der Keimung in der Samenschale stecken bleibend. (Weiteres vgl. in der Tabelle). — Q. pedunculata Ehrh. (Q. Robur var. *α.* L., Stiel- oder Sommereiche). Blätter fast sitzend oder kurz gestielt, am Grunde meist gestutzt oder etwas herzförmig, kahl; ♀ Kätzchen lockerblüthig, lang gestielt, entsprechend auch die lang gestielten Fruchtähren mit entfernt stehenden Früchten. — Q. sessiliflora Sm. (Q. Robur var. *β.* L., Trauben-, Stein- oder Wintereiche). Blätter länger gestielt, am Grunde meist keilförmig verschmälert, unterseits zuerst weichhaarig, später mit kurzen, straff anliegenden Härchen. ♀ Blüthenstände (und entsprechend die Fruchtstände) geknäuelt, sehr kurz gestielt oder sitzend. — Beide Arten botanisch nicht scharf unterschieden, daher auch als Varietäten der Q. Robur L. betrachtet. Liefern werthvolles Nutzholz; Rinde zur Bereitung von Gerberlohe dienend, auch officinell (Cortex Quercus: Gerbstoff). — Q. lusitanica Webb var. infectoria A. DC. (Q. infectoria Oliv.), in Kleinasien, Syrien und Mesopotamien heimisch, liefert die echten levantischen Galläpfel (Gallae halepenses s. asiaticae — Gallusgerbsäure), welche durch den Stich von Cynips Gallae tinctoriae Oliv. an den Zweigen erzeugt werden. — Q. Suber L. (Korkeiche — Spanien, Portugal, westl. Nordafrika) liefert Kork, Q. tinctoria Willd. (Nordamerika) die an gelbem Farbstoff reiche Quercitronrinde. Viele nordamerikanische Arten in Parks cultivirt. — **Fagus** L. (Buche). ♀ Blüthenstände 1—3- (bei unserer Art 2-)blüthig, aufrecht in den oberen, ♂ hängend in den unteren Laubblattachseln diesjähriger Triebe; Nuss (Buchecker) von dem pinselförmigen Reste des P gekrönt; Cupula aus Vorblättern verwachsen, ihre Stacheln sind Emergenzen; Cotyledonen bei der Keimung sich entfaltend. (Vgl. weiter die Tabelle). — F. silvatica L. (Rothbuche). Blätter eiförmig, undeutlich gezähnelt, glänzend, am Rande zottig gewimpert. Werthvolles Nutzholz liefernder Waldbaum; Bucheckern ölreich. — **Castanea** vulgaris Lam. (C. vesca Gärtn.), Edelkastanie, in Südeuropa heimisch, liefert essbare Früchte (Maronen).

Fig. 300.

Fig. 298.

Fig. 299.

Fig. 301.



806. (Fam. 3.) Juglandaceae. ♄ mit gefiederten, nebenblattlosen Blättern. B einhäusig, mit den Blättern sich entwickelnd, die ♂ in ver-

---

Fig. 298. Quercus infectoria. Stück eines ♂ Kätzchens mit 3 Blüthen; Vergr. 3.

Fig. 299. Quercus palustris. Weibliche Blüthe mit Deckblatt (*b*) und einem der beiden Vorblätter (*β*); Cupula noch sehr klein. Vergr. 5.

Fig. 300. Quercus Robur L. Weibliche Blüthe einige Zeit nach der Bestäubung; Vergr. 9. *c* Cupula, *b* Deckblatt.

Fig. 301. Quercus Robur L. ♀ Blüthe wie Fig. 300, aber stärker vergr. u. im Längsschnitte. *p* Perigon, *o* Ovarium, *c* Cupula, *b* Deckblatt.

längerten, seitenständigen Kätzchen, die ♂ in endständigen Aehren oder knäuelartig, beide in den Achseln schuppenartiger Tragblätter und mit diesen verwachsen. P der ♂ B meist 4theilig, durch Verbindung mit den 2 Vorblättern scheinbar 6theilig — oder auch 0. A 4—∞. P der ♀ B meist oberständig, 4lappig, oder mit diesem noch eine aus dem Tragblatte und 2 Vorblättern entstandene Hülle verwachsen, oder 0. G $\overline{(2)}$, bis über die halbe Höhe 2fächerig, mit unvollständigen Scheidewänden, 2 Narben und 1 aufrechten, atropen Samenknospe. Frucht eine von einer meist grünen, fleischigen, aus dem P und der Hülle gebildeten Schale umgebene, beim Keimen durch Mitteltheilung der Fruchtblätter 2klappige Nuss. Keimblätter 4theilig, vielfach gefaltet. 33 Arten der nördlichen gemässigten Zone, besonders in Amerika.

Juglans regia L. (Wallnuss). ♂ Kätzchen an vorjährigen Zweigen in den oberen, zur Blüthezeit entlaubten Blattachseln, dick, steif hängend; ♀ armblüthig, am Gipfel diesjähriger Laubsprosse; aus Asien stammend, liefert schätzbares Möbelholz und essbare, ölreiche Früchte, deren Rinde früher officinell war, während die jungen Früchte eingemacht werden. Officinell sind die Blätter (Folia Juglandis, mit Inosit und Spuren ätherischen Oeles). J. nigra L. und J. cinerea L., beide aus Nordamerika, oft als Zierbäume; ebenso Carya-Arten (C. alba, porcina etc. liefern das „Hickory-Holz“) aus Nordamerika und Pterocarya caucasica C. A. Mey., aus dem Kaukasus.

92 Arten (davon 47 von Juglans und 23 von Carya) kommen im Tertiär vor.

807. (Fam. 3.) Myricaceae. ☿ oder ♄ mit spiralig stehenden, einfachen, mit Harzdrüsen besetzten Blättern, ohne oder mit hinfälligen Nebenblättern. B ein- oder 2häusig, in Aehren in den Achseln schuppenartiger Tragblätter. P 0 oder rudimentär, schuppenförmig. ♂ B öfter mit 2 Vorblättern, mit 2—6, seltener mehr Staubgefässen. ♀ B mit 2—6 Vorblättern (P?), die nur am Grunde etwas mit dem 1fächerigen, aus 2 Carpellen bestehenden Fruchtknoten verwachsen sind. Eine aufrechte, sitzende, atrope Samenknospe. 2 Narben. Nuss. 40 Arten der gemässigten Zonen.

Myrica Gale L., Gagel, ein in Norddeutschland in sumpfigen Wäldern und auf Mooren häufiger Strauch. M. cerifera L. (Nordamerika) scheidet auf den Früchten nutzbares Wachs ab. — 89 Arten im Tertiär und Quartär.

808. (Fam. 4.) Salicaceae. ☿ und ♄ mit spiraligen, ungetheilten Blättern mit Nebenblättern. B in Kätzchen in den Achseln schuppenförmiger Tragblätter, diöcisch, nackt, in beiden Geschlechtern am Grunde mit 1 oder 2 oder mehreren Nectarien (Salix), oder die Geschlechtsorgane im Grunde eines mehr oder weniger becherförmigen, ↑ Receptaculums (nach anderer Auffassung rudimentäres P — Populus). ♂ B mit A 2—12 (Salix) oder 8—30 (Populus), die in seltenen Fällen verwachsen sind. ♀ B mit G (2), die Carpelle rechts und links stehend, 1fächerig, mit 2—4 Narben und ∞ wandständigen, anatropen Samenknospen. Frucht eine 2-, selten 4klappige Kapsel. Samen vom Grunde aus mit einem langen Haarschopfe umgeben. 180 namentlich der nördlichen gemässigten und kalten Zone angehörende Arten.

Die Arten der Gattung Salix, Weide, wegen der vielen Bastarde schwierig zu bestimmen. Viele Arten liefern in den Zweigen vorzügliches Flechtmaterial für Korbwaaren (S. viminalis L., S. purpurea L. u. A.), oder werden zum Uferschutz angepflanzt. S. babylonica L. häufig als Trauerweide. Arten der Gattung Populus, Pappel, oft als Zier- und Alleebäume. — 58 Arten Weiden und 62 Pappeln werden aus der Kreide und dem Tertiär beschrieben.

809. (Fam. 5.) Casuarinaceae. ☿ oder ♄ mit hängenden, fadenförmigen, wirtelig gestellten, gegliederten Zweigen mit langen, gerieften

Internodien und scheidenförmigen, gezähnten Blättern; durch den ganzen Habitus an die Schachtelhalme erinnernd. B monöcisch, die ♂ in Kätzchen, mit 2 Vorblättern, 2blätterigem P und A 1; die ♀ in Köpfchen, ohne P, mit G (2), mit 2 aufsteigenden, anatropen Samenknospen. Frucht eine von den 2 verholzenden Vorblättern eingeschlossene, einsamige Nuss; der ganze Fruchtstand einem kleinen Tannenzapfen ähnlich. 30 meist australische Arten. Mehrere Arten liefern hartes Nutzholz (Eisenholz).

39. Ordnung. Piperinae.

Typus wie bei der folgenden Familie.

810. (Fam. 1.) Piperaceae. ☉ und ♃ Kräuter oder ♄, selten niedrige ♄, mit knotig gegliederten, oft klimmenden Stengeln. Blätter spiralig oder gegenständig, seltener quirlig, einfach, netzaderig, mit am Grunde scheidigen Blattstielen, ohne Nebenblätter. B meist ☿, in Kolben oder Aehren, in den Achseln schildförmiger Deckblätter, aus nur 1 Fruchtknoten und 2, 3, 2×3 oder 2×2, selten mehr Staubblättern bestehend (Fig. 302, 303). Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 aufrechten, atropen Samenknospe, nach dem Verblühen am Grunde oft in einen Stiel verlängert (Cubeba), mit 2—6lappiger oder pinselförmiger Narbe. Frucht eine Beere. Same mit grossem, mehligem Perisperm und kleinem, fleischigem, den kleinen, geraden Embryo einschliessenden Endosperm (Fig. 304). 1000 tropische Arten.

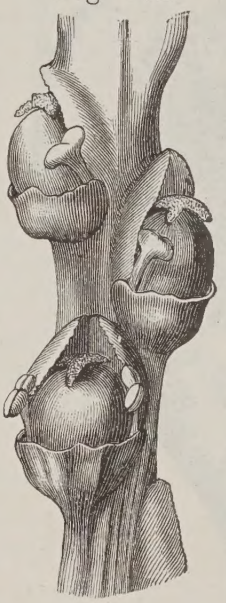


Fig. 302.

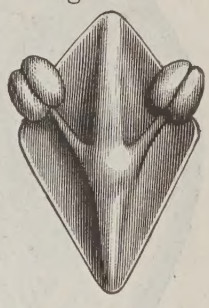


Fig. 303.

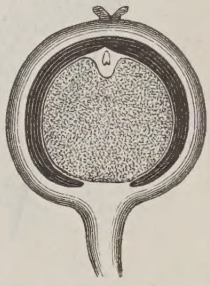


Fig. 304.

Piper nigrum L., tropisches Asien und Sundainseln, liefert den schwarzen Pfeffer (die unreif getrockneten Beeren) und weissen Pfeffer (die reifen Samen). Chavica officinarum Miq. (Piper longum L.), Ostindien, liefert den „langen Pfeffer" (der ganze Fruchtstand). C. Betle Miq. (Piper Betle L.), Betelpfeffer, die Blätter in Indien mit den Früchten von Areca Catechu (§ 773) als aufregendes Mittel gekaut. Cubeba officinalis Miq. (Piper Cubeba L.), Kubeben, Java, die Früchte officinell (Cubebae — ätherisches Oel, Cubebensäure, Cubebin, fettes Oel etc.).

Mit den Piperaceen verwandt sind die **Saurureae** (krautige Sumpf- und Wasserpflanzen, nur wenige Arten im tropischen Asien, Nordamerika und am Cap) und **Chloranthaceae** (♄ des tropischen Asiens und Amerikas, mit rudimentärem P und 1 hängenden Samenknospe im Fruchtknoten).

40. Ordnung. Urticinae.

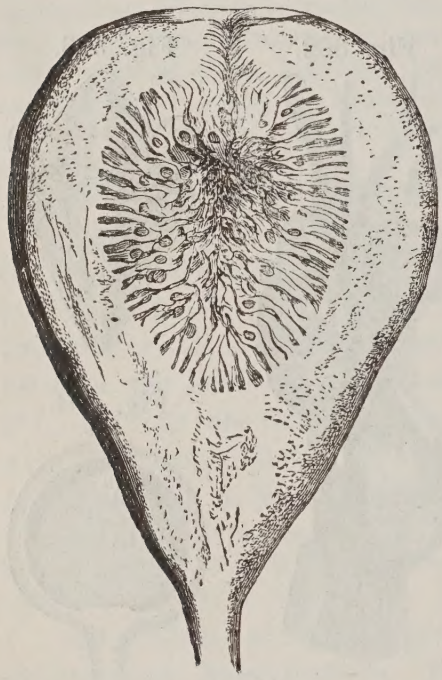
811. B sehr klein, unansehnlich, apetal, fast stets eingeschlechtig, in sehr verschiedenen, meist dichten, doch selten kätzchenartigen Inflorescenzen P fast stets vorhanden, meist 4—5gliederig, kelchartig. A 4—5 dem P superponirt, oder doppelt so viele als Perigontheile oder mehr. G (1—2), meist oberständig und mit 1fächerigem Fruchtknoten mit 1 Samenknospe. Same in der Regel mit Endosperm.

Fig. 302. Piper nigrum. Stück der Aehre mit 3 Blüthen. Vergr. 4.
Fig. 303. Piper Cubeba. ♂ Blüthe mit Deckblatt, von der Innenseite gesehen, vergr.
Fig. 304. Piper Cubeba. Längsschnitt der reifen Frucht mit Samen, vergr.

812. (Fam. 1.) **Urticaceae.** Typus wie derjenige der Ordnung. Frucht nussartig. Inflorescenzen meist zu 2 neben einem beblätterten Mittelzweige aus der Achsel eines Laubblattes entspringend. Die 4 folgenden Unterfamilien häufig auch als selbständige Familien betrachtet.

813. (1. Unterfam.) **Urticeae.** ☉ oder ♃ Kräuter, selten ♄, bisweilen ♄, ohne Milchsaft, häufig mit Brennhaaren, mit spiraligen oder gegenständigen Blättern und bleibenden oder leicht abfallenden Nebenblättern. Blüthenstand rispig oder knäuelartig gedrängt, achselständig. B eingeschlechtig, selten vielehig. P der ♂ und ☿ B 4—5theilig, das der ♀ aus 2 ungleich grossen Blattpaaren gebildet, seltener röhrig oder 0. A 4—5, in der Knospe einwärts gebogen, sich später (oft elastisch) streckend. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 centralen, aufrechten, atropen Samenknospe, 1 Griffel und 1 kopf- oder pinselartigen Narbe. Frucht nussartig. Keimling gerade, in der Axe des Endosperms. 520 Arten in Tropen und gemässigten Klimaten.

Fig. 305.



Urtica: Mit Brennhaaren. P der ♀ B 4theilig oder -blätterig.

Parietaria: Ohne Brennhaare. P der ♀ B krugförmig, mit 4zähnigem Saume.

Urtica cannabina L. wird in Sibirien als Gespinnstpflanze cultivirt. Auch von U. dioica und U. urens L. (unseren einheimischen Nesseln) können die Bastfasern zu Nesseltuch verwebt werden. U. Puya Roxb., Ostindien, ist werthvolle Gespinnstpflanze, ebenso U. heterophylla Wall. in Nepal; Boehmeria sanguinea, „Ramié" (Java), B. nivea Hk. et Arn. (China, Japan), B. utilis Bl. (Sumatra) liefern mit a. A. Gespinnstfasern. — Urtica mit 1 Art im Tertiär.

814. (2. Unterfam.) **Moreae.** ♄ und ♄, meist mit Milchsaft, spiralig stehenden, ungetheilten oder gelappten, in der Knospe gefalteten Blättern und bleibenden oder abfallenden, freien Nebenblättern. B 1- oder 2häusig in kopfförmigen (oder kurz-kätzchenförmigen) Gruppen (Morus) oder auf einer flach-scheibenförmigen Ausbreitung der Axe (Dorstenia). A 1—5, meist 4, die Staubfäden in der Knospe einwärts gekrümmt. Fruchtknoten meist 1fächerig (zuweilen noch mit 1 unfruchtbaren Fache), mit 1 anatropen oder campylotropen, wandständigen, absteigenden bis hängenden Samenknospe und 2 Narben. Samen mit oder ohne Endosperm. Embryo meist gekrümmt. Frucht vom fleischig werdenden Perigon oder von der fleischigen Blüthenaxe umgeben. 100 Arten der wärmeren Zonen.

Morus alba L., weisser Maulbeerbaum (China, Persien), der Seidenzucht wegen wichtiger Culturbaum, da die Blätter unentbehrliche Nahrung für die Seidenraupe sind. Die fruchtreifen Blüthen der Kätzchen verwachsen zu den sogenannten Maulbeeren. M. nigra L., schwarzer M. (Kleinasien), der essbaren Scheinfrüchte wegen cultivirt. Broussonetia papyrifera Vent., Papiermaulbeerbaum, Japan, die Bastfasern zur Papierbereitung dienend. Maclura aurantiaca Nutt. (Nordamerika), Holz (Gelbholz, Fustic) zum Gelbfärben verwendet. — 6 Arten sind aus dem Tertiär bekannt.

815. (3. Unterfam.) **Artocarpeae.** ♄ und ♄ mit Milchsaft. Nebenblätter anfangs tutenartig verwachsen und stengelumfassend. Blätter in der Knospe eingerollt. Staubfäden in der Knospe gerade. Samenknospe meist wie bei voriger Fam., selten atrop und grundständig. Sonst wie vorige Familie. 800 tropische Arten.

Ficus mit krugförmig-hohler Blüthenaxe — § 23, Fig. 305. F. Carica L., Feige (Orient), der Scheinfrüchte wegen cultivirt; dieselben auch officinell (Caricae — Fruchtzucker,

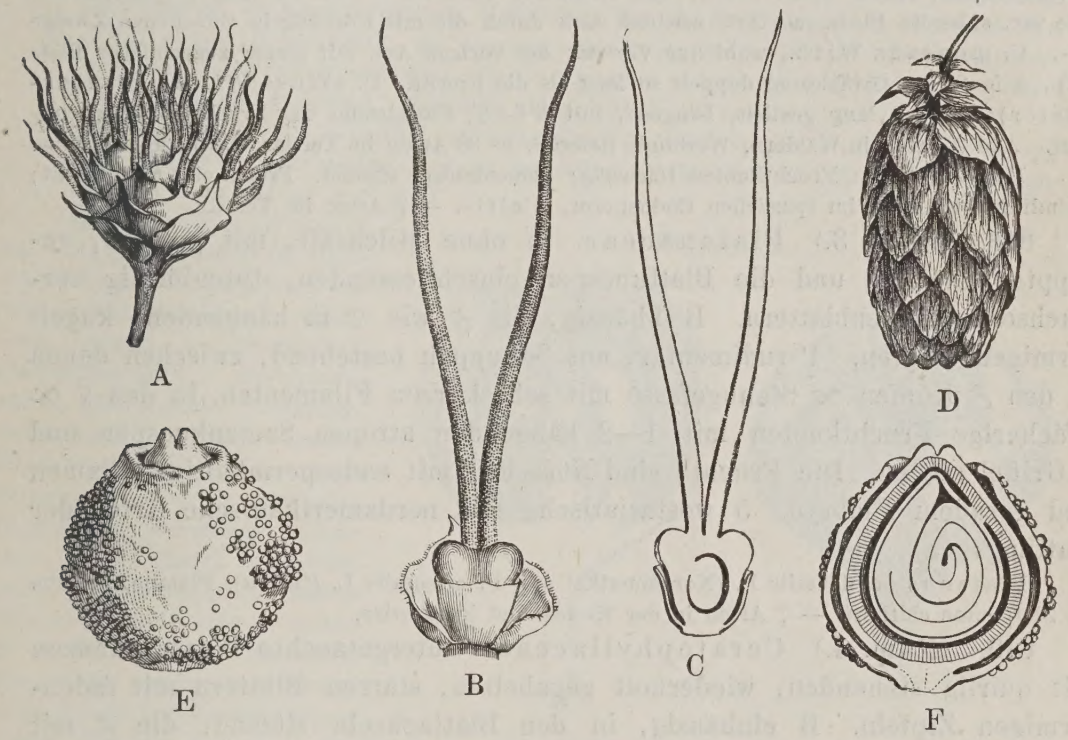
---

Fig. 305. Ficus Carica L. Längsschnitt des reifen Blüthen-, resp. Fruchtstandes, natürl. Gr., nach Baillon.

Gummi). F. elastica Roxb., Gummibaum (Ostindien), liefert Kautschuk und wird oft als Zimmerpflanze gezogen. F. religiosa L. (Ostindien) liefert Schellack. **Artocarpus** incisa L. und A. integrifolia L., Brodfruchtbaum (Südseeinseln, Ostindien), in den gesammten Tropen der 2—3 Pfund schweren, kopfgrossen, stärkemehlhaltigen Scheinfrüchte (wie Maulbeere) wegen als wichtiges Nahrungsmittel cultivirt; der Bast zu Geweben verarbeitet. Antiaris toxicaria Lechen., Upas (Java), liefert in seinem Milchsafte ein sehr gefürchtetes Pfeilgift, Galactodendron utile Kth., Kuhbaum (Südamerika), dagegen ein süsses, wohlschmeckendes Getränk. — 112 Arten von der Kreide an fossil auftretend.

816. (4. Unterfam.) **Cannabineae.** ☉ oder ♃ Kräuter ohne Milchsaft, mit gegenständigen oder abwärts spiraligen, gefingerten oder gelappten, selten ungetheilten Blättern und freien oder verwachsenen, bleibenden Nebenblättern. B diöcisch, in rispigen oder geknäuelten Blüthenständen. P der ♂ B 5theilig, die A 5 in der Knospe gerade. P der ♀ B röhrig, ungetheilt, den Fruchtknoten dicht umschliessend; letzterer 1fächerig, mit 1 hängenden, campylotropen Samenknospe und 2 Narben. Nuss. Samen ohne Endosperm, mit gebogenem oder

Fig. 306.



spiralig gewundenem Keimling. 4 asiatische Arten, davon 2 in Europa cultivirt und verwildert.

Cannabis: Keimling gebogen. C. sativa: einjährig, mit aufrechten Stengeln, 5—7zähliggefingerten Blättern, knäuelartig gedrängten ♀ B. — Vgl. S. 398, Fig. 236.

Humulus: Keimling spiralig. H. Lupulus: ausdauernd, mit rechts windenden Stengeln, 3—5lappigen Blättern und zapfenartigen ♀ Blüthenständen. — Vgl. Fig. 306.

Cannabis sativa L., Hanf, in Ostindien heimisch, wird als wichtige Gespinnstpflanze cultivirt. Die Früchte geben fettes Oel und sind auch officinell (Fructus Cannabis); das Kraut der ♀ Pflanze im Oriente als Genussmittel (Haschisch) verwendet, bei uns officinell (Herba Cannabis indicae — Cannabin, ätherisches Oel). **Humulus** Lupulus L., Hopfen, die zapfenartigen Fruchtstände (Strobili Lupuli) enthalten in kleinen gelben Drüsenhaaren der Schuppenblätter und des P das officinelle Lupulin (Hopfenbittersäure, Alkaloide, Wachs etc. enthaltend);

Fig. 306. Humulus Lupulus. A ♀ Blüthenstand, Vergr. 4; die Schuppen der Inflorescenz sind die Nebenblattpaare von im Laubtheile nicht ausgebildeten Blättern, welche je einen kleinen Zweig mit meist 4 Blüthen in ihrer Achsel tragen und sich nach der Blüthezeit zu den grossen Schuppen des zapfenartigen Fruchtstandes (D) vergrössern. B ♀ Blüthe mit Deckblatt und C solche im Längsschnitte, Vergr. 8. D Fruchtstand, natürl. Gr. E Frucht von dem mit Harzdrüsen besetzten Perigon eingeschlossen und F solche im Längsschnitte, Vergr. 4. Nach Baillon.

pa dieselben bei der Bierbereitung Verwendung finden, so wird der Hopfen auch im Grossen gebaut (Böhmen, Bayern etc.). — Eine Art der Gattung Humulus im Tertiär.

817. (Fam. 2.) Ulmaceae. ♄ oder ♄ ohne Milchsaft, mit abwechselnden 2zeiligen, einfachen, meist ungleichseitigen Blättern und abfallenden Nebenblättern. B meist ☿. P 4—6theilig oder -spaltig, seltener 3- oder 8—9zählig. A 4—12, so viele oder doppelt so viele als Perigontheile. Fruchtknoten 1—2fächerig, jedes Fach mit 1 hängenden, meist anatropen Samenknospe. 2 Narben. Embryo gerade oder gekrümmt. 140 Arten der nördlichen temperirten und warmen Zone.

I. **Ulmeae.** Fruchtknoten 1—2fächerig; Samenknospe gestielt. Frucht eine stets 1samige Flügelfrucht oder Nuss. Keimling gerade. Same ohne Endosperm. **Ulmus.** Blüthen in von Knospenschuppen gestützten Knäueln in den Blattachseln vorjähriger (also zur Blüthezeit laubloser) Triebe. U. campestris L. (Feldrüster oder -Ulme): Blätter kurz zugespitzt; B fast sitzend, mit A 3—5; Fruchtflügel kahl, der Griffelcanal etwa so lang als die Frucht. Die var. suberosa Ehrh. (als Art) zeichnet sich durch die mit Korkflügeln versehenen Zweige aus. U. montana With., wohl nur Varietät der vorigen Art, mit länger zugespitzten Blättern, A 5—8, der Griffelcanal doppelt so lang als die Frucht. U. effusa Willd. (Flatterrüster): Blüthen lang gestielt, hängend, mit A 6—8; Flügelsaum der Frucht zottig-gewimpert. Alle 3 Arten in Wäldern, Werkholz liefernd. — 33 Arten im Tertiär, davon 28 zu Ulmus.

II. **Celtideae.** Fruchtknoten 1fächerig; Samenknospe sitzend. Frucht eine Steinfrucht; Keimling gekrümmt, im spärlichen Endosperm. Celtis. — 7 Arten im Tertiär.

818. (Fam. 3.) Platanaceae. ♄ ohne Milchsaft, mit grossen, gelappten Blättern und die Blattknospen einschliessenden, tutenförmig verwachsenen Nebenblättern. B 1häusig, die ♂ wie ♀ in hängenden, kugelförmigen Köpfen. P rudimentär, aus Schuppen bestehend, zwischen denen in den ♂ Köpfen ∞ Staubgefässe mit sehr kurzen Filamenten, in den ♀ ∞ 1fächerige Fruchtknoten mit 1—2 hängenden atropen Samenknospen und 1 Griffel stehen. Die Früchte sind Nüsschen mit endospermhaltigem Samen und geradem Embryo. 5 westasiatische und nordamerikanische Arten der Gattung:

Platanus occidentalis L. (Nordamerika) und P. orientalis L. (Orient), Platane, bei uns als Zierbäume cultivirt. — 7 Arten in der Kreide und im Tertiär.

819. (Fam. 4.) Ceratophyllaceae. Untergetauchte Wasserpflanzen mit quirlig stehenden, wiederholt gegabelten, starren Blättern mit fadenförmigen Zipfeln. B einhäusig, in den Blattachseln sitzend, die ♂ mit 6—12blätterigem, weisslichem P und A 10—24 mit fast sitzenden Staubbeuteln. ♀ B mit ähnlichem P und G $\underline{1}$, 1fächerig, mit 1 Griffel und 1 hängenden, atropen Samenknospe. Frucht eine Nuss, vom bleibenden Griffel gekrönt, oft mit grundständigen Stacheln. Same endospermlos. Embryo gross, ausser den Cotyledonen noch mit einer Plumula aus ∞ wirteligen Blättern. 4 Arten der gemässigten Zone. — Ceratophyllum, Hornblatt.

41. Ordnung. Centrospermae.

820. B typisch ☿, theils apetal, theils mit K und C, meist 5—3zählig, die A in 1—2 Wirteln, bei den apetalen B im Falle von Isomerie vor den Abschnitten des P. G $\underline{(2-5)}$, doch oft mit freien Griffeln, meist oberständig, der 1fächerige Fruchtknoten mit 1- oder ∞samiger Centralplacenta, die Samenknospen in der Regel campylotrop bis anatrop, bei den Polygonaceen atrop. Same meist mit Endosperm, der peripherische oder excentrische Embryo meist gekrümmt bis ringförmig zusammengebogen.

821. (Fam. 1.) Polygonaceae. ☉ oder ♃ Kräuter, oder ♄, selten ♄,

zuweilen windend, der Stengel oft mit sehr entwickelten Knoten. Blätter spiralig, in der Knospe am Rande zurückgerollt, am Grunde scheidig, und mit tuten- oder röhrenförmig verwachsenen, noch oberhalb der Blattscheide stengelumfassenden Nebenblättern (ochrea). B meist ☿, *, meist in Aehren oder Rispen, spiralig oder cyclisch. P kelch- oder kronenartig, abfallend oder bleibend, 3—6blätterig oder -theilig, in 1—2 Wirteln, der äussere Wirtel oft vom inneren verschieden. A 1—15, meist 6, 8, oder 9, selten ∞, hypogyn oder perigyn, in 1—2 Wirteln. G (2-3), 1fächerig, mit 1 grundständigen, atropen Samenknospe (Fig. 307 B). Frucht eine 2—3kantige Nuss. Samen mit mehligem Endosperm und gekrümmtem oder geradem Keimlinge. 700 Arten in gemässigten und kalten Klimaten.

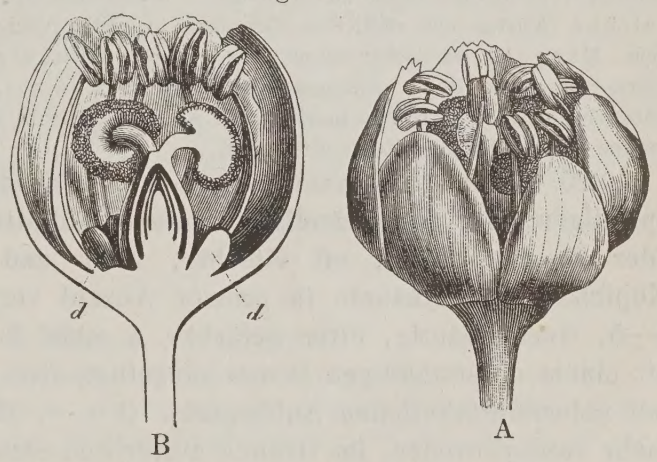
I. Rhabarbareae. P 6zählig, mit gleichen Abschnitten. A 6—9. Frucht linsenförmig oder 3kantig, die Kanten geflügelt. Keimling in der Axe des Endosperms. Rheum: A 9.

II. Rumiceae. P 4—6zählig, die äusseren Abschnitte an der Frucht nicht vergrössert, abstehend oder zurückgeschlagen, die 2—3 inneren vergrössert und aufrecht, die 3kantige Frucht einschliessend. Keimling meist seitlich. Rumex: A 6.

III. Polygoneae. P 3—6theilig, mit meist ziemlich gleich langen, an der Frucht sämmtlich aufrechten Abschnitten. Frucht linsenförmig oder 3kantig. Keimling meist seitlich. Polygonum: A 5—8.

822. **Rheum** officinale Baill. (centrales China) ist wahrscheinlich die Stammpflanze der chinesischen Rhabarber (Radix Rhei asiatici — Chrysophan, Chrysophansäure, Rheumgerbsäure, Rheumsäure, Phaeoretin, oxalsaurer Kalk etc.). Andere Rhabarbersorten kommen von den in Europa cultivirten asiatischen R. palmatum, compactum, undulatum, Emodi (Radix Rhei europaei). R. Rhaponticum L., Rapontikwurzel, Südsibirien, enthält die Stoffe der echten Rhabarber. Manche der obigen Arten werden auch als Zier- und Gemüsepflanzen gebaut. Rumex Acetosa L., Sauerampfer und R. Patientia L., englischer Spinat, als Gemüsepflanzen cultivirt. **Polygonum** Fagopyrum L. und P. tataricum L., Buchweizen; beide aus Innerasien und namentlich erstere Art als Mehlpflanze auf Moor-, Haide- und Sandboden gebaut. — 6 Arten im Tertiär.

Fig. 307.



823. (Fam. 2.) Chenopodiaceae. ☉ oder ♃ Kräuter oder ♄ oder selten kleine ♄. Blätter meist spiralig, nur die unteren gegenständig, meist einfach, ohne Nebenblätter, zuweilen rudimentär. B ☿ oder durch Fehlschlagen 2häusig, mit 2 kelchartigen Vorblättern oder nackt. P 2—5theilig, kelchartig, klein, unansehnlich, nach der Blüthe sich öfter vergrössernd, in ♀ B bisweilen 0. A 1—5, vor den Perigonabschnitten. G (2-4), 1fächerig, mit 1 grundständigen, campylotropen Samenknospe und 1—4 Narben. Frucht nussartig, seltener mit Deckel aufspringend. Samen mit kräftiger Schale, mit oder ohne Endosperm. Keimling ring- oder hufeisenförmig, seltener spiralig. 500 Arten in gemässigten Klimaten.

Fig. 307. Rheum officinale Baill. A Blüthe stark vergr. und B solche im Längsschnitte, nach Baillon; *d* Discus.

I. B ☿. A 1 oder 2. P ungetheilt, nur mit kleinem Spalt geöffnet. Pflanze fleischig, mit rudimentären, häutigen Scheidenblättern: Salicornia.

II. B ☿. A 3, selten 1 oder 5, am Grunde verwachsen. P 5blätterig, trockenhäutig: Polycnemum.

III. B ☿. A 5, selten weniger.

A. P 0 oder als 1—2 häutige Schüppchen: Corispermum.

B. P 5spaltig oder 5theilig.

1. P auf dem Rücken mit Anhängseln.

a. Keimling spiralig: Salsola.

b. Keimling ringförmig: Kochia.

2. P ohne Anhängsel.

a. Keimling spiralig: Schoberia.

b. Keimling ringförmig.

* P 5theilig, frei. A dem Perigongrund eingefügt: Chenopodium (und Blitum).

** P 5spaltig, am Grunde mit dem Fruchtknoten verwachsen. A einem fleischigen Ringe eingefügt: Beta.

IV. B einhäusig. P der ♂ B 4—5theilig. ♀ B ohne P, oder dieses wie bei ♂.

A. Samenknospe von dem aufsteigenden Stiele herabhängend: Obione (Halimus).

B. Samenknospe seitlich an dem verlängerten Stiele befestigt: Atriplex.

824. Atriplex hortense L. (Mittelasien), als Gemüsepflanze gebaut. Spinacia oleracea L., Spinat (Orient), verbreitete Gemüsepflanze. Chenopodium Quinoa L. (Chili, Peru), im Vaterlande wichtige Mehlpflanze. Ch. ambrosioides L., Jesuitenthee (Mexiko), das Kraut officinell (Herba Chenopodii ambrosioidis — ätherisches Oel, Harz). **Beta** vulgaris L., Runkelrübe (Küsten des südlichen Europas), in vielen Varietäten und Spielarten gebaut; var. Cicla, Mangold, römischer Spinat; var. rapacea, Runkelrübe, als alba oder weisse Runkel, rubra oder rothe Rübe, altissima oder Zuckerrübe etc., die letztere zur Fabrikation des Rübenzuckers. Schoberia maritima C. A. Mey., Salsola Kali L. u. a. A. des Meeresstrandes werden oft zur Sodabereitung verwendet.

825. (Fam. 3.) **Amarantaceae.** ☉ oder ♃ Kräuter oder ♄ mit spiraligen oder gegenständigen, einfachen Blättern ohne Nebenblätter. B ☿ oder eingeschlechtig, oft vielehig, klein und unansehnlich, zu Aehren, Köpfchen oder Knäueln in grosser Anzahl vereinigt. P meist (3—5) oder 3—5, trockenhäutig, öfter gefärbt. A meist 3—5, vor den Perigontheilen, oft einem unterständigen Discus eingefügt, frei oder verwachsen und häufig mit nebenblattähnlichen Anhängseln. G $\underline{(2-3)}$, 1fächerig, mit 1 oder seltener mehr campylotropen, im Grunde aufrechten Samenknospen. Griffel getrennt oder verwachsen. Frucht nussartig, oder unregelmässig oder mit einem Deckel quer aufspringend. Samen mit fester, glänzender Schale, mit Endosperm. Keimling ring- oder hufeisenförmig gekrümmt. 500 Arten der Tropen und gemässigten Zonen, besonders in Südamerika.

In Deutschland nur Arten von Amarantus, von welcher Gattung auch manche als Zierpflanzen in Gärten vorhanden sind (A. sanguineus L., A. atropurpureus Roxb. u. a. ostindische A. — Fuchsschwanz) und zahlreiche Arten in den Tropen als Gemüse dienen. Celosia cristata L., Hahnenkamm (Ostindien, Südamerika), Zierpflanze mit verbänderter Blüthenstandsaxe.

826. (Fam. 4.) **Phytolaccaceae.** Kräuter oder selten ♄ oder ♄, mit abwechselnden, einfachen Blättern, zum Theil ohne Nebenblätter. B ☿, in Aehren oder cymösen Blüthenständen. P (4—5), oft gefärbt. A 4—∞, zuweilen am Grunde verwachsen. G $\underline{1-\infty}$, frei oder verwachsen, der Fruchtknoten in letzterem Falle gefächert, die Fächer mit 1 campylotropen Samenknospe. Frucht beerenartig. Same mit oder ohne Endosperm und mit ringförmigem, nur selten mit geradem Keimling. 60 Arten in wärmeren Klimaten.

Phytolacca decandra L., Kermesbeere (Nordamerika), der rothe Saft der Beere zum Färben des Weines dienend.

827. (Fam. 5.) Nyctaginiaceae. Meist 4 Kräuter mit meist gegenständigen, ganzrandigen Blättern ohne Nebenblätter. B einzeln oder mehrere von einer kelchartigen, mehrblätterigen, oft ansehnlichen, manchmal farbigen Hülle umgeben. P 4—10lappig, corollinisch. A 1—∞, frei oder verwachsen. G (1), mit 1 aufrechten, campylotropen Samenknospe. Frucht nussartig, von der bleibenden Perigonbasis eingeschlossen, die häutige Samenschale mit der Fruchtschale mehr oder weniger verwachsen. Keimling gerade oder zusammengebogen. 215 meist tropische Arten.

Mirabilis Jalapa L., Wunderblume (Südamerika) und M. longiflora L. (Mexiko) oft als Zierpflanzen. — 4 Arten im Tertiär.

828. (Fam. 6.) Caryophyllaceae. B *, 4—5zählig, mit K und C oder die C unterdrückt. A so viele oder doppelt so viele als C, zuweilen einzelne fehlend. G (2–5), meist 1fächerig mit 1—∞samiger Centralplacenta. Same mit Endosperm. Keimling meist gebogen oder ringförmig. 1000 Arten in gemässigten und kalten Zonen. 4 Unterfamilien, die oft auch als selbständige Familien betrachtet werden.

I. **Scleranthеae.** Kräuter mit gegenständigen, schmalen, sitzenden, nebenblattlosen Blättern. K (4—5), bleibend. C 0. A 5, mit 5 Staminodien wechselnd. Fruchtknoten mit 1—2 grundständigen Samenknospen. Schliessfrucht 1samig. Keimling peripherisch: Scleranthus.

II. **Paronychieae.** Kräuter oder Halbsträucher mit meist gegenständigen Blättern und trockenhäutigen Nebenblättern. B meist trugdoldig oder geknäuelt, mit unscheinbaren Blüthenhüllen. K (4—5). C (4—5) oder 0 oder die Blätter klein und den Staubfäden ähnlich. A 5 oder 10, den Kelchtheilen superponirt, öfter dem Kelchgrunde eingefügt, der innere Kreis häufig theilweise oder ganz fehlschlagend. Frucht 1fächerig, meist 1samig, nicht oder nur am Grunde unvollkommen aufspringend, selten eine mehrsamige Kapsel. Keimling selten in der Axe des Endosperms, gerade.

A. Meist A 3. Kapsel 3klappig, ∞samig, bis zur Basis aufspringend: Polycarpon.

B. A 5.

1. Griffel mit 2 Narben.
   a. Kelchzipfel flach-concav.
      * Schliessfrucht ohne Deckelansatz: Herniaria.
      ** Schliessfrucht mit angewachsenem Deckel: Paronychia.
   b. Kelchzipfel dick, schwammig, von der Seite zusammengedrückt, begrannt. Kapsel mit 5—10 schmalen, oben zusammenhängenden Klappen sich öffnend: Illecebrum.
2. Mit 3 Narben und 1samiger Schliessfrucht: Corrigiola.

III. **Alsineae.** Meist kleine, unscheinbare Kräuter mit zarten, an den Knoten mehr oder weniger verdickten Stengeln. Blätter gegenständig, oft sitzend, einfach, am Grunde öfter zu einer Scheide verwachsen, meist ohne Nebenblätter. Blüthenboden stets völlig verkürzt. K 5, selten 4. C meist vorhanden. A meist 10, doch vielfach schwankend, oft nur 5 vollkommen ausgebildet. Griffel oder Narben 2—5. Kapsel 1fächerig, ∞samig, mit so vielen oder doppelt so vielen Klappen oder Zähnen, als Griffel oder Narben vorhanden, aufspringend.

A. Griffel oder Narben 3 (selten 2).

1. Kronblätter ganz oder seicht ausgerandet.
   a. Aeussere A am Grunde mit 2 kleinen Drüsen. Kapsel 3klappig.
      * Samen nierenförmig, flügellos: Alsine.
      ** Samen 3eckig oder rundlich, flügellos oder geflügelt: Lepigonum (Spergularia).
      *** Samen verkehrt-eiförmig, auf dem Rücken aufgetrieben-gewölbt, auf der entgegengesetzten Seite mit länglicher Grube: Honkeneya (Halianthus).
   b. A ohne Drüsen.
      * Kapsel 4—6klappig. Samen mit Anhängsel: Möhringia.
      ** Kapsel 6klappig. Samen nierenförmig, ohne Anhängsel: Arenaria.
2. Kronblätter gezähnt. A meist 3—5. Samen schildförmig: Holosteum.

3. Kronblätter tief ausgerandet oder 2theilig. A 3, 5, 8 oder 10. Samen nierenförmig: Stellaria.

B. Griffel und Narben 4. B 4gliederig. Kapsel 8zähnig: Moenchia.

C. Griffel und Narben 5.

1. B 4—5gliederig. A 4, 5 oder 10. Kronblätter ungetheilt. Kapsel 4—5klappig. Samen nierenförmig, flügellos: Sagina.

2. B 5gliederig.

a. Kronblätter ungetheilt. Kapsel 5klappig. Samen kreisrund, ringsum geflügelt: Spergula.

b. Kronblätter ausgerandet oder 2spaltig. Samen flügellos.

* Kapsel an der Spitze 10klappig. Narben vor den Kelchblättern: Cerastium.

** Kapsel 5klappig. Narben vor den Kronblättern: Malachium.

IV. **Sileneae.** Meist Kräuter mit knotig gegliedertem Stengel und gegenständigen, sitzenden, meist schmalen, oft am Grunde scheidig verwachsenen, nebenblattlosen Blättern. K (5). C 5, die Blätter oft zerschlitzt oder gespalten, manchmal mit Ligulargebilden (Nebenkrone). A 5 + 5. G (2—5), 1fächerig oder unvollkommen mehrfächerig. Griffel 2—5. Blüthenaxe oberhalb des K oft zu einer C, A und G tragenden Säule verlängert.

A. Griffel und Narben 2.

1. K mit trockenhäutigen Streifen.

a. Samen nierenförmig, mit gerundetem Rücken. Keimling gekrümmt: Gypsophila.

b. Samen schildförmig oder gewölbt, mit Kiel. Keimling fast gerade: Tunica.

2. K ganz krautig.

a. K von mehreren Hochblättern umgeben. Kronblätter plötzlich in den meist mit Flügelleisten versehenen Nagel verschmälert, ohne Ligula. Sonst wie Tunica: Dianthus.

b. K ohne Hochblätter. Kronblätter am Nagel mit Flügelleisten. Keim gekrümmt.

* K cylindrisch. Kronblätter mit 2spitziger Ligula. Samen nierenförmig: Saponaria.

** K bauchig, 5kantig. Ligula 0. Samen kugelig: Vaccaria.

B. Griffel und Narben 3.

1. Schwarze, 1fächerige Beere: Cucubalus.

2. Unvollständig 3-, selten 5fächerige Kapsel: Silene.

C. Griffel und Narben 5 (selten 3).

1. Kapsel im Grunde 5fächerig, an der Spitze 5klappig: Viscaria.

2. Kapsel einfächerig.

a. Kapsel 10zähnig (bei nur 3 Griffeln 6zähnig): Melandrium.

b. Kapsel 5zähnig oder -klappig.

* Kronblätter mit Ligula, der Nagel ohne Flügelleisten. (S. 399, Fig. 237.)

0 Ligula auf hoher Wölbung stehend; Fruchtknoten ungedreht: Lychnis.

00 Ligula flach aufsitzend. Fruchtknoten schwach gedreht: Coronaria.

** Kronblätter ohne Ligula, der Nagel mit Flügelleisten: Agrostemma.

Saponaria officinalis L., Seifenkraut, die Wurzel enthält Saponin. Arten von Dianthus, Nelke (D. barbatus L., D. Caryophyllus L., D. chinensis L. u. A.), Lychnis, Lichtnelke (L. chalcedonica L., L. coronaria L. etc.), Gypsophila (G. paniculata L.) sind häufige Zierpflanzen in Gärten.

829. (Fam. 7.) **Aizoaceae** (Ficoideae, Mesembryanthemeae). Kräuter oder Halbsträucher mit meist fleischigen, saftreichen Blättern ohne Nebenblätter. B ☼, ☿, einzeln oder in Trugdolden, bald ansehnlich, bald unscheinbar. K 4—5. C 5—∞, manchmal auch 0. A 3—∞. G (3—20), ober- oder halb- oder ganz-unterständig, der Fruchtknoten gefächert, die Fächer mit 1—∞ amphitropen Samenknospen. Frucht meist eine mehrfächerige, ∞samige, vom Kelche umgebene Kapsel. Samen mit Endosperm. Keimling gekrümmt. 450 Arten in Tropen und gemässigten Zonen, besonders in Südamerika.

Zahlreiche Arten der Gattung Mesembryanthemum als Zierpflanzen (Eiskräuter). Tetragonia expansa Ait. (Neuseeland) als neuseeländischer Spinat als Gemüse cultivirt.

830. (Fam. 8.) Portulacaceae. Meist ☉ oder 4 Kräuter mit sitzenden oder kurz gestielten, meist abwechselnden Blättern ohne oder mit rudimentären Nebenblättern. K meist (2), öfter halboberständig, oft oberhalb der Basis abfallend. C 4—6, oft 5, sehr hinfällig, in der Knospe dachig, oft 0. A 1—∞, zuweilen am Grunde verwachsen. G meist (3), 1fächerig, selten im Grunde mehrfächerig, mit 1 oder mehr grundständigen, lang gestielten, amphitropen Samenknospen in jedem Fache. Kapsel quer oder klappig aufspringend; seltener eine einsamige Nuss. Keimling gekrümmt. 125 Arten in warmen und gemässigten Zonen.

Portulaca: B ✻. Kelchsaum abfallend. C 5, frei oder am Grunde verwachsen. A 8—15. Griffel 3—6spaltig. Kapsel quer aufspringend.

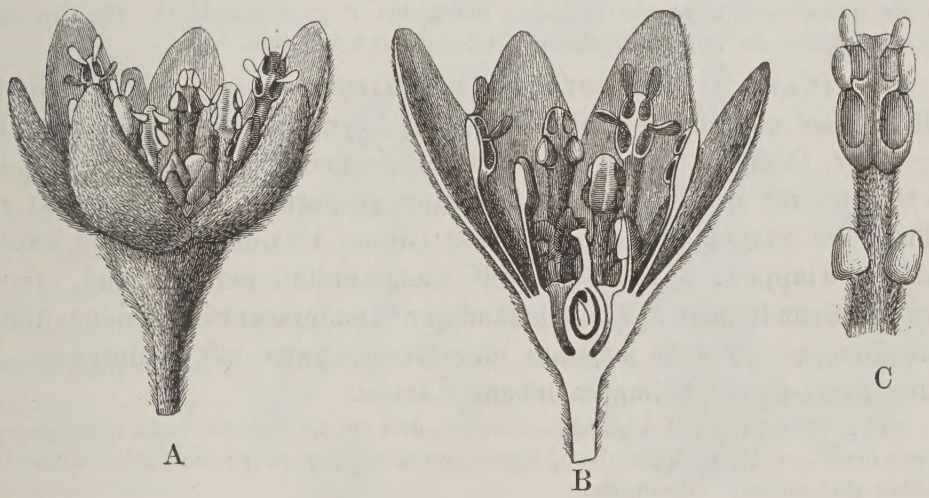
Montia: B ↑. Kelch bleibend. C trichterförmig, mit auf einer Seite gespaltener Röhre. der Saum 5theilig. A 3. Griffel fast fehlend, mit 3 Narben. Kapsel 3klappig.

Portulaca oleracea L., aus Südeuropa eingeschleppt und verwildert, die var. sativa Haw. als Gemüsepflanze (Portulak) gebaut. Manche Arten als Zierpflanzen (P. grandiflora Hook., P. Gilliesii Hook. u. a. chilenische Arten).

42. Ordnung. Polycarpicae.

831. Blüthentheile spiralig oder in einer variabelen Zahl von Quirlen. Einfaches P oder K + C vorhanden. A ohne Spaltungen. G fast stets ober-

Fig. 308.



ständig, meist apocarp und aus ∞ monomeren Pistillen mit in der Regel wandständiger Placenta gebildet, selten auf 1 Pistill reducirt, sehr selten das G syncarp-polymer. Endosperm vorhanden oder 0.

832. (Fam. 1.) Lauraceae. Meist immergrüne ♄ oder ♄ mit lederigen, einfachen, seltener gelappten und abfallenden Blättern ohne Nebenblätter. B in Trauben, Rispen oder Trugdolden, ☿ oder durch Verkümmerung eingeschlechtig, apetal, alle Quirle regelmässig alternirend. P kelchartig, mit 2 alternirenden, 2—3zähligen Kreisen, am Grunde verwachsenblätterig (Fig. 308 A). A in 2—5 meist 3-, selten 2gliederigen Kreisen, dem P oder dem Blüthenboden eingefügt, oft einige (oder in ♀ B alle) stamino-

Fig. 308. Cinnamomum zeylanicum. A Blüthe vergr., B solche halbirt und C einzelnes Staubgefäss mit geöffneten Antherenfächern. Nach Baillon.

dienartig, die Antheren auf der Aussen- oder Innenseite (beides oft in derselben B) mit 2 oder 4 sich von unten nach oben lösenden Klappen aufspringend, die Staubfäden oft jederseits mit einer Drüse (Fig. 308 B u. C). G $\underline{(2-3)}$, selten halbunterständig, 1fächerig, mit 1 hängenden, anatropen Samenknospe, 1 Griffel und 2—3lappiger Narbe. Beere oder Steinfrucht, oft von der bleibenden Perigonbasis umgeben, oder von dem verdickten, saftig werdenden Blüthenstiele gestützt. Same mit geradem Keimling, ohne Endosperm. 900 meist den Tropen angehörende Arten.

I. Laureae. Charakter wie oben.

Laurus nobilis L., Lorbeer (Mittelmeerländer), die Blätter als Gewürz und die Früchte officinell (Fructus Lauri — ätherisches Oel, fettes Oel, Laurostearin, Laurin etc.). **Cinnamomum** zeylanicum Nees, Zimmtbaum, auf Ceylon heimisch, liefert die echte Zimmtrinde (Cortex Cinnamomi zeylanici, Cinnamomum acutum — Zimmtöl, Harz, Stärke, Gummi etc.), C. Cassia Bl. (C. aromaticum Nees — China) die Zimmtkassia (Cassia cinnamomea, mit den Bestandtheilen der vorigen, aber in anderen Verhältnissen). **Camphora** officinarum Nees, Kampferbaum, in Ostasien heimisch, liefert den Kampfer (Camphora) durch Sublimation des Holzes und der Blätter. Dicypellium caryophyllatum Nees (Brasilien) liefert den Nelkenzimmt (Cassia caryophyllata). Das Holz von Sassafras officinalis Nees (Nordamerika) ist officinell (Lignum Sassafras — ätherisches Oel, Harz, Gerbstoff). — 129 Arten aus 9 Gattungen in der Kreide und besonders im Tertiär (davon Laurus 40, Cinnamomum 20 Persea 21 Arten).

II. **Cassytheae.** Krautartige, chlorophyllose Schmarotzer vom Ansehen der Cuscuteen, wie diese mittelst Haustorien sich anderen Pflanzen anheftend; sonst wie die Laureen, nur wird die nussartige Frucht vom fleischig werdenden P ganz eingehüllt. Die Gattung Cassytha vorzüglich im tropischen Asien und Neuholland heimisch.

833. (Fam. 2.) Berberidaceae. Kräuter oder ♄ mit spiraligen, getheilten oder ungetheilten Blättern. B ☿, cyclisch, 2—3zählig, der K in 2 oder mehr, C und A in je 2 Quirlen. C in der Knospe dachig, die Blätter am Grunde oft mit Honigdrüsen, selten gespornt. Staubfäden oft reizbar (§ 333), die Staubbeutel meist mit 2 (selten 1) sich von unten nach oben lösenden Klappen, sehr selten mit Längsspalten aufspringend. G $\underline{1}$, mit 2—∞ im Grunde oder auf bauchständiger Wandplacenta sitzenden, anatropen Samenknospen. Frucht meistens eine Beere. Same mit Endosperm. — 100 in den gemässigten Klimaten lebende Arten.

Berberis: K, C und A 6zählig. Von den drei am Grunde der Naht befestigten Samenknospen der B. vulgaris ist die obere, länger gestielte meist atrop; die beiden unteren, kürzer gestielten sind anatrop. Sträucher.

Epimedium: K, C und A 4zählig. Kräuter.

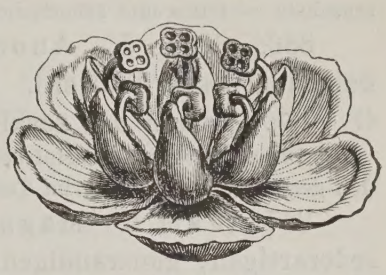
Berberis vulgaris L. (Sauerdorn, Berberitze) liefert im Holze gelben Farbstoff; häufiger Zierstrauch. Mahonia aquifolium Hutt. (Nordamerika) häufiger Zierstrauch. Das Rhizom von Podophyllum peltatum L. (östliches Nordamerika) ist officinell (Rhizoma Podophylli — Podophyllin als Hauptbestandtheil).

5 Arten der Gattung Berberis im Tertiär.

834. (Fam. 3.) Menispermaceae. Windende und klimmende ♄ mit spiralig stehenden, meist hand- oder schildförmigen, manchmal gelappten, nebenblattlosen Blättern. B in Trauben oder Rispen, 2häusig, oft mit Rudimenten der ♂ oder ♀ Geschlechtsorgane, cyclisch, ihre Glieder in 2—3, selten 4—5zähligen Wirteln, der K in 2—10, C und A in je 2, seltener mehr Quirlen (Fig. 309). G $\underline{(1-6)}$, selten mehr, jeder Fruchtknoten mit 1 amphitropen Samenknospe. Steinfrüchte und Samen mehr oder minder gebogen. Samen mit oder ohne Endosperm. 100 meist tropische Arten.

Jatrorhiza palmata Miers (J. Columbo Miers, Cocculus palmatus DC.) in Ostafrika liefert die officinelle Columbowurzel (Radix Columbo — Columbin, Berberin, Columbosäure, Stärke). Menispermum canadense L. (Nordamerika) bei uns häufig als Laubenbekleidung. Die Früchte von Anamirta Cocculus W. et Arn. (Ostindien) sind die giftigen Kokkelskörner. — 3 tertiäre Arten.

Fig. 309.



835. (Fam. 4.) Myristicaceae. ♀ oder ♂ mit spiralig gestellten, ganzrandigen, lederartigen, nebenblattlosen Blättern. B achsel- oder endständig, einzeln oder in Rispen, diöcisch, cyclisch, apetal. P 3lappig, glockenförmig, lederig. A 3—18 und mehr (meist 6—12), unter sich mehr oder weniger vollständig zu einer Säule verwachsen (Fig. 310 B). G (1), 1fächerig, mit 1 fast grundständigen, anatropen Samenknospe und meist 2lappiger Narbe (Fig. 310 C). Frucht eine fleischige, 2klappige Kapsel (Fig. 310 A). Same mit einem unregelmässig zerschlitzten, rothen Samenmantel (arillus), mit harter zerbrechlicher äusserer und brauner, häutiger, dünner innerer Schalenschicht, die letztere in die faltigen Einbuchtungen des reichlichen, öligen Endosperms hineinwachsend, wodurch dieses beim Durchschneiden marmorirt erscheint. Embryo klein, gerade, im Grunde des Endosperms (Fig. 310 D, E). 100 tropische Arten, die meisten in Asien u. Amerika.

Fig. 310.

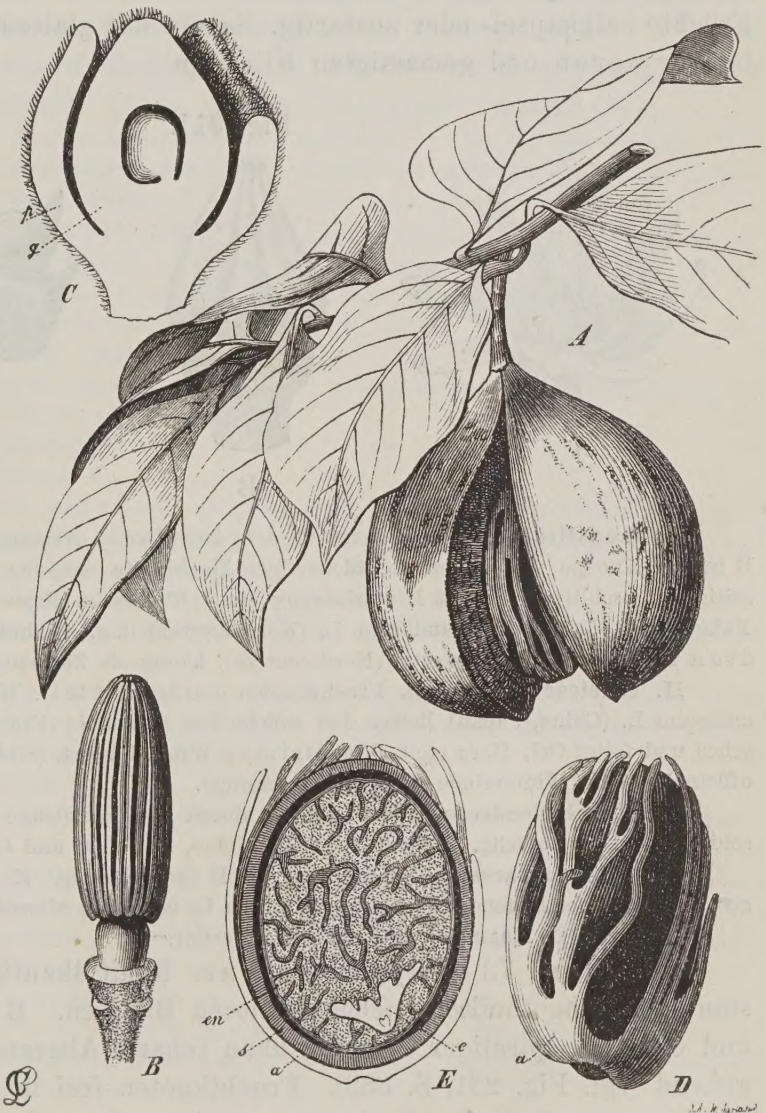


Fig. 309. ♂ Blüthe von Jatrorhiza palmata, nach Baillon; Vergr. 8. — Fig. **310.** Myristica fragrans. A Zweig mit geöffneter Frucht, halbe nat. Gr. B Androeceum, Vergr. 6. C ♀ Blüthe im Längsschnitte, Vergr. 4: *p* Perigon, *g* Pistill. D Same mit Arillus und E solcher halbirt, nat. Gr.: *a* Arillus, *s* Samenschale, *en* Endosperm, *e* Embryo. B und C nach Baillon.

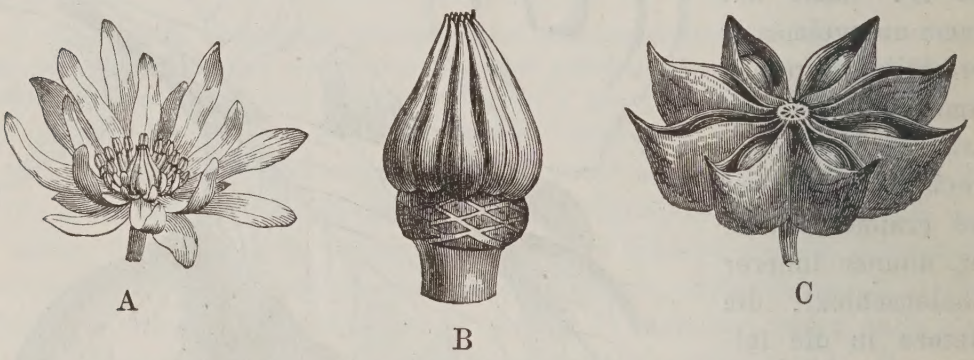
Myristica fragrans Houtt. (M. moschata Thbg., M. aromatica Lam.), Muskatnussbaum, auf den Molukken heimisch, in den meisten Tropengegenden cultivirt, liefert die „Muskatblüthe oder Macis", d. h. den Samenmantel (mit fettem und ätherischem Oel) und die Muskatnuss, d. h. das Endosperm der Samen mit der inneren braunen Schicht der Samenschale (Nux moschata — fettes und ätherisches Oel), beide als Gewürz benutzt und auch officinell.

836. (Fam. 5.) Anonaceae. ♄ oder ♅ mit einfachen, ganzrandigen, nebenblattlosen Blättern. Blüthentypus K 3; C 3 + 3, klappig; A ∞; G $\underline{3-\infty}$. Samen mit zerklüftetem Endosperm. 400 tropische Arten.

Die apfelgrossen Scheinfrüchte von Anona squamosa L., A. reticulata L. u. a. A. werden gegessen. — 12 Arten im Tertiär.

837. (Fam. 6.) Magnoliaceae. ♄ oder ♄ mit spiralig gestellten, oft lederartigen, ganzrandigen, selten gelappten Blättern und meist auch mit hinfälligen, tutenförmigen Nebenblättern. B meist einzeln, seltener in Rispen, oft durch Grösse ausgezeichnet, in der Regel ☿, spiralig, oder die C in mehreren Kreisen. Typus: K 3; C 3 + 3 oder ∞, dachig; A ∞; G $\underline{\infty}$, spiralig oder quirlig, 1fächerig, mit 1—2 oder ∞ anatropen Samenknospen. Früchte balgkapsel- oder nussartig. Samen mit glattem Endosperm. 72 Arten in wärmeren und gemässigten Klimaten.

Fig. 311.



I. **Magnolieae.** Fruchtknoten auf dem kegelförmig verlängerten Blüthenboden spiralig. B in der Knospe von einem scheidenartigen Hochblatte umgeben, das beim Aufbrechen einseitig aufgeschlitzt und mit Hinterlassung einer Ringnarbe abgeworfen wird. — Magnolia Yulan Desf. (China), M. grandiflora L. (Nordamerika) u. a. A. sind Zierpflanzen. Liriodendron tulipifera L., Tulpenbaum (Nordamerika), häufig als Zierbaum in Gärten.

II. **Illicieae** (Wintereae). Fruchtknoten quirlig (Fig. 311). Nebenblätter 0. — Illicium anisatum L. (China, Japan) liefert den officinellen Sternanis (Fructus Anisi stellati — ätherisches und fettes Oel, Harz etc.). Von Drimys Winteri Forst. (Südamerika) stammt die früher officinelle echte Winterrinde (Cortex Winteranus).

III. **Trochodendreae.** Von I und II durch den gänzlichen Mangel von K und C verschieden. G ∞, quirlig. Nebenblätter 0. Kleine, in Japan und Ostindien heimische Gruppe.

IV. **Schizandraceae.** Nebenblätter 0. B 1geschlechtig. K und C 6—15, nicht deutlich geschieden, in fortlaufender Spirale oder selten in trimeren, alternirenden Quirlen. G spiralig. 24 Arten (21 Magnolia) in Kreide und Tertiär.

838. (Fam. 7.) Calycanthaceae. ♄ mit 4kantigen Aesten und gegenständigen, ungetheilten, nebenblattlosen Blättern. B *, perigyn; K, C, A und G ∞ in spiraliger Ordnung ohne scharfe Abgrenzung in einander übergehend (vgl. Fig. 231, S. 389). Fruchtknoten frei in der krugförmig-hohlen Blüthenaxe, mit je 2 aufsteigenden, superponirten, anatropen Samenknospen

Fig. 311. Illicium anisatum. A Blüthe in nat. Gr., B deren Gynaeceum vergr., C reife geöffnete Balgkapseln in nat. Gr.; nach Baillon.

Schliessfrüchte 1samig, dem hagebuttenartigen Blüthenboden eingesenkt bleibend. Same ohne Endosperm, sein Embryo mit spiralig gerollten Cotyledonen. 3 nordamerikanische und japanische Arten.

Calycanthus floridus L., Zierstrauch aus Nordamerika, mit aromatischen, dunkelbraunen Blüthen.

839. (Fam. 8.) **Ranunculaceae.** Meist Kräuter mit spiralig gestellten oder selten gegenständigen, häufig handförmig getheilten, nebenblattlosen Blättern mit an der Basis scheidigen Blattstielen. Manchmal eigenthümlich gestaltete, oft kelchartige (Hepatica) Hochblätter vorhanden. B selten einzeln, meist rispig, traubig oder doldig, ☿ (selten durch Abort 1geschlechtig), ✻, seltener ↑, mit typisch 5zähligen Blüthenhüllen. K 3—6, meist hinfällig, oft corollinisch. C 0—∞, wie der K in der Knospe meist dachig, selten klappig. A ∞ (selten nur 5—10), spiralig oder in alternirenden Kreisen, zuweilen theilweise staminodienartig. G $\underline{1-\infty}$ (eines nur selten), spiralig oder wirtelig, 1fächerig, monomer, mit einer oder mehreren anatropen Samenknospen an der Bauchnaht. Nüsschen oder Balgkapseln, selten Beeren. Embryo klein, in der Axe des meist hornigen Endosperms. 1200 fast nur in gemässigten und kalten Zonen vorkommende Arten, in den Tropen nur Clematideen.

I. **Clematideae.** K 4- oder mehrblätterig, corollinisch, in der Knospe klappig. C 0. G ∞, mit je 1 hängenden, anatropen Samenknospe. Staubbeutel seitlich aufspringend. Frucht nussartig, 1samig. Blätter gegenständig. Clematis (mit Atragene).

II. **Ranunculeae.** K 4, 6 oder mehr, in der Regel 5zählig, in der Knospe dachig, oft corollinisch. C 5, 6 oder mehr, öfter 0, manchmal mit Honiggrübchen am Grunde der Blätter. G ∞, mit je 1 aufrechten (Ranunculeae im engeren Sinne) oder hängenden (Anemoneae) Samenknospe, beide durch Zwischenstufen verbunden (Myosurus). Staubbeutel aussen oder seitlich aufspringend. Nüsschen. Blätter spiralig.

A. Nur A 4—14. Kelchblätter am Grunde gespornt. Früchtchen auf einer verlängert-cylindrischen Blüthenaxe: Myosurus.

B. A ∞. Kelchblätter ungespornt.

1. C grösser als der krautige K.

a. K 5, selten 3. C 5, selten mehr, auf dem kurzen Nagel mit einem Honiggrübchen: Ranunculus (mit den oft als eigene Gattungen betrachteten Untergattungen: Batrachium, Ficaria, Ceratocephalus etc.).

b. K 5. C 6 oder mehr, ohne Honiggrübchen: Adonis.

2. C 0. Aeussere A oft zu Nectarien verkümmert, die viel kleiner als der corollinische K sind.

a. Blüthenaxe gewölbt, halbkugelig. B mit einer aus einem meist 3zähligen Blattquirl gebildeten Hülle: Anemone, deren Untergattungen nach folgenden Charakteren auch als Gattungen betrachtet werden:

* Hüllblätter getheilt.

† Hülle laubblattartig. Aeussere A normal. Früchtchen ungeschwänzt: Anemone.

†† Hülle fingerig-vieltheilig. Aeussere A zu Nectarien reducirt. Früchtchen durch den stehenbleibenden, bärtigen Griffel lang geschwänzt: Pulsatilla.

** Hüllblätter ungetheilt, dicht unter der B, kelchartig. Aeussere A normal. Früchtchen ungeschwänzt: Hepatica.

b. Blüthenaxe flach. B ohne Hülle: Thalictrum.

III. **Helleboreae.** K 5, corollinisch, in der Knospe dachig. C 0 oder zu Nectarien reducirt, oder vollkommen ausgebildet, doch meist klein. Antheren aussen aufspringend. G 1—10. Früchte balgkapselartig, mit mehreren Samen längs der Bauchnaht.

A. Blüthe ↑.

1. Oberes Kelchblatt gespornt. Die 1—2 oberen Blätter der C 4 gespornt: Delphinium.

2. Oberes Kelchblatt helmförmig. C 5, die zwei oberen Blätter in kapuzenförmige, gestielte Nectarien umgewandelt (Fig. 312): Aconitum.

B. Blüthe ✻.

1. Blätter der C ausgebildet oder als Nectarien.
   a. Blumenblätter gross, trichterförmig, nach abwärts gespornt: Aquilegia.
   b. „ „ klein, 2lippig, unten mit einer durch eine Schuppe bedeckten Honiggrube: Nigella.
   c. „ „ klein, lineal, an der Basis mit nackter Honiggrube. K abfallend: Trollius.
   d. „ „ klein, röhrig. K bleibend: Helleborus.
   e. „ „ klein, röhrig. K abfallend. Fruchtknoten gestielt: Eranthis.
   f. „ „ klein, kappenförmig. K abfallend. Fruchtknoten ohne Stiel. Isopyrum.
2. C fehlend: Caltha.

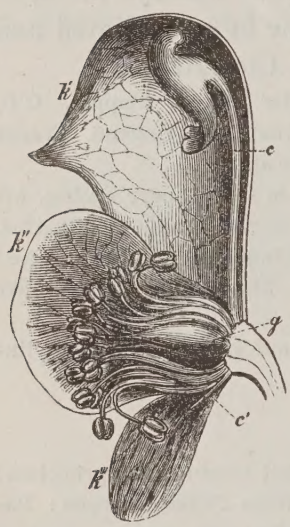
IV. **Paeonieae.** K 4—5, C 4 — ∞ oder 0, G meist 1—3. Antheren auf der Innenseite aufspringend. Früchte balgkapsel- oder beerenartig, mehrsamig.

A. Nur 1 Fruchtknoten. K 4blätterig. Frucht eine Beere: Actaea.

B. 2 oder mehr Fruchtknoten. Frucht balgkapselartig.
   1. C 4blätterig: Cimicifuga.
   2. C 5- oder mehrblätterig: Paeonia.

840. Wichtigere Arten sind:

Fig. 312.



Clematis Viticella L. und C. coerulea Lindl. (Japan) häufig als Ziersträucher (schlingend) cultivirt. Ranunculus asiaticus L., Goldknöpfchen (Kleinasien), die gefüllten Formen oft in Gärten gezogen. Pulsatilla pratensis Mill. und P. vulgaris Mill., Kuhschelle, von beiden das Kraut früher officinell (Herba Pulsatillae — Anemonin, Anemonsäure). Helleborus viridis L., Nieswurz, der Wurzelstock ehedem officinell (Rhizoma Hellebori viridis — Helleborin, Helleboreïn). **Aconitum** Napellus L., Eisenhut, Kraut und Wurzelstock officinell (Herba Aconiti — Aconitin, Aconitsäure — Rhizoma s. Tuber Aconiti — Aconitin, Pseudaconitin, Aconin, Pseudaconin, Picraconitin). Die das „Rhizom" bildenden, meist paarweise beisammen sitzenden rübenförmigen Knollen entwickeln sich ganz nach Analogie der Orchideenknollen (S. 457, Fig. 297), in den Achseln der untersten Blätter des diesjährigen Stengels als Seitenknospen, deren erste Nebenwurzel im Laufe des Sommers zu der die Reservestoffe für die nächste Vegetationsperiode aufspeichernden Knolle anschwillt. — Arten der Gattungen Delphinium, Rittersporn (D. Ajacis L. aus Südeuropa, D. elatum L., D. orientale Gay aus Kaukasien etc.), Aquilegia, Aklei (A. vulgaris L.), Paeonia (P. officinalis L., Südeuropa; P. arborea Don aus Ostasien), ferner von Aconitum etc. werden in Gärten häufig als Zierpflanzen gezogen. — 5 Arten im Tertiär, davon 4 zu Clematis.

841. (Fam. 9.) Nymphaeaceae. B in der Regel von der C an spiralig, ohne scharfe Grenze zwischen C und A. G apocarp oder syncarp. Same meist mit Endosperm und Perisperm. Man unterscheidet 3 Unterfamilien:

I. **Nymphaeinae.** Wasserpflanzen mit kriechendem, dickem Stamme mit zerstreuten Gefässbündeln. Blätter lang gestielt, schild- oder herzförmig, schwimmend, in der Knospe eingerollt, meist pergament- oder lederartig. B ansehnlich, aufgetaucht, lang gestielt, ☿. K 4—5, in der Knospe dachziegelig, grün oder gefärbt. C ∞, allmählich in die A ∞ übergehend und wie diese und der K spiralig. G (∞), mit vielstrahliger Narbe und vielfächerigem Fruchtknoten, in jedem Fache mit ∞ anatropen, wandständigen Samenknospen. Frucht eine Beere. Keimling kurz, gerade, innerhalb des Endosperms in einer Vertiefung des Perisperms liegend. 28 Arten in warmen und gemässigten Klimaten.

Nymphaea: K 4. C ∞, ohne Honiggrübchen. Weiss blühend.

Nuphar: K 5. C ∞, auf dem Rücken mit Honiggrübchen. Gelb blühend.

Fig. 312. Aconitum Stoerkeanum, halbirte Blüthe in natürl. Gr.: k' hinteres (oberes) helmförmiges Kelchblatt, k'' seitliche u. k''' vordere (untere) Kelchblätter; c in das kapuzenförmige Nectarium umgewandelte Kronblatt, c' eines der fadenförmig reducirten Kronblätter; g Gynaeceum.

Victoria regia Lindl. (Euryale amazonica Pöppig), im Gebiete des Amazonas in Südamerika, oft in Glashäusern cultivirt, durch bedeutende Dimensionen der B und schildförmigen Blätter ausgezeichnet. — 18 Arten im Tertiär.

II. **Nelumbieae.** K 4—5, C ∞ in die A ∞ übergehend. G ∞; die einzelnen monomeren je 1—2 Samenknospen enthaltenden Fruchtknoten sind in grubige Vertiefungen des fleischigen Blüthenbodens eingesenkt. Nuss mit endospermlosem Samen. Blätter schildförmig. 2 Arten, von denen Nelumbium luteum Willd. in Nordamerika, N. speciosum Willd. im tropischen Asien heimisch ist. Letzteres gilt als die geheiligte Lotosblume der alten Aegypter und Indier. — 3 Arten im Tertiär.

III. **Cabombeae.** B cyclisch. K 3, C 3, A 6 — ∞, G 3 — ∞, die Fruchtblätter frei und quirlig, mit je 1—4 Samenknospen. Untergetauchte Blätter haarförmig-vielspaltig, schwimmende schildförmig. — 3 Arten in Ostindien und Amerika.

43. Ordnung. Rhoeadinae (Cruciflorae).

842. B ☿, sehr selten diöcisch (bei Capparideen), meist *, selten ↑ (bei Capparideen und Fumariaceen), cyclisch, 2- oder 4zählig nach dem Typus K 2 oder 2 + 2, C 2 + 2, A 2 + 2 oder 2 + 2^2 oder ∞, G (2—∞). K + C + A meist hypogyn, sehr selten perigyn (Eschscholtzia, Subularia etc.). K + C selten 3zählig (bei einzelnen Papaveraceen-Gattungen). Fruchtknoten mit fast immer wandständigen Placenten, die oft tief nach innen vorspringen und das Ovarium mehrkammerig machen (viele Papaveraceen), sehr selten aber vollkommene Scheidewände bilden (einzelne Capparideen), dagegen wohl durch eine falsche, häutige Scheidewand verbunden werden (Cruciferen). Frucht meist kapselartig, die samenlosen Klappen (Mittelstücke der Carpelle) sich von den stehenbleibenden Placenten (dem „Replum") ablösend. Nebenblätter 0.

843. (Fam. 1.) Papaveraceae. Milchsaft führende Kräuter mit spiralig stehenden, meist tief gespaltenen oder getheilten Blättern. B *, meist einzeln, selten in Rispen oder Dolden mit Gipfelblüthe. K 2, seltener 3, meist bei Entfaltung der B abfallend; C 2 + 2 oder 3 + 3, in der Knospe zerknittert. A ∞ in alternirenden Kreisen. G (2—∞) (bei 2 diese lateral), 1fächerig, 1—mehrkammerig. Samenknospen meist ∞, wandständig, anatrop, selten 1—2. Frucht eine Kapsel. Same mit Endosperm. 60 besonders der nördlichen gemässigten Zone angehörende Arten.

Papaver: Kapsel 4—20kammerig, sich unter der sitzenden, 4—20lappigen Narbe mit eben so vielen kleinen Klappen öffnend.

Chelidonium: Kapsel schotenartig, 1fächerig, 2klappig, die Klappen sich vom Grunde nach der Spitze zu von den beiden stehen bleibenden Samenträgern ablösend.

Glaucium: Kapsel schotenartig, unecht 2fächerig, 2klappig.

Papaver somniferum L., Mohn, Schlafmohn (Orient, bei uns cultivirt), liefert in dem eingetrockneten Milchsafte der jungen Früchte das im Orient als Genussmittel dienende, bei uns officinelle Opium (mit Morphin, Narcotin, Codeïn, Narceïn, Thebaïn, Papaverin, Opianin, Meconsäure, Harz, Zucker etc.). Officinell sind ferner die Kapseln (Fructus Papaveris, mit den Bestandtheilen des Opiums) und die Samen (Semen Papaveris — fettes Oel, sehr wenig Morphin) und das aus denselben gewonnene, auch als Speiseöl benutzte Oel. — P. Rhoeas L., Klatschmohn; die Blüthen früher officinell (Flores Rhoeados — Rhöadin, Rhöadinsäure, Klatschrosensäure), sonst lästiges Ackerunkraut. — Chelidonium majus L., Schöllkraut, das Kraut ehedem officinell (Herba Chelidonii). Als Zierpflanze ist Eschscholtzia californica Cham. (Californien) in Gärten häufig.

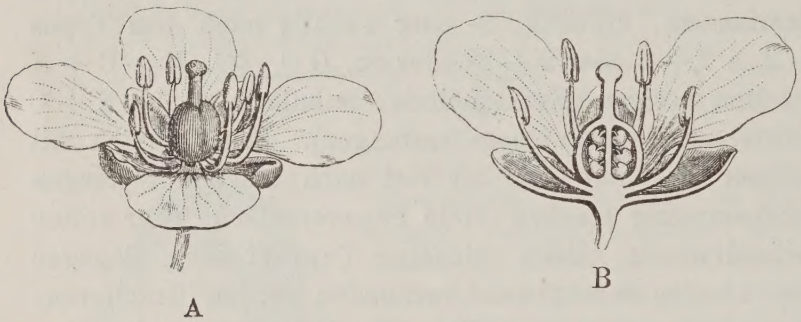
844. (Fam. 2.) Fumariaceae. Kräuter ohne Milchsaft, zuweilen mit Knollen, mit zarten, zerbrechlichen, meist bläulich bereiften Stengeln und spiralig gestellten, fiederig eingeschnittenen, zuweilen mehr oder weniger rankenden Blättern. B in Trauben meist ohne Gipfelblüthe, ☿, meist ↑.

K 2, sehr hinfällig; C 2 + 2, mit dem K alternirend, meistens das eine äussere Blatt (selten beide) mit Sporn. A 2 + 2, frei oder meistens in 2 Bündel verwachsen. G (2), 1fächerig, mit 2lappiger Narbe. Frucht schoten- oder nussartig. Same mit Endosperm. 100 Arten, besonders der nördlichen gemässigten Zone eigen.

I. **Hypecoeae.** Blumenblätter ungespornt. A frei. Hypecoum.

II. **Fumarieae.** Das eine oder beide äussere Blätter der C gespornt. A 2 ($^1/_2 + 1 + ^1/_2$) + 0, d. h. der obere Wirtel ist unterdrückt, der untere entsteht aus 2 seitlichen einfachen Anlagen so, dass sich ein mittleres Glied mit ganzer Anthere und rechts und links je ein seitliches Glied mit halber Anthere aus dem gemeinsamen Primordium erhebt und von letzterem emporgetragen wird. Vgl. das Diagramm Fig. 229 auf S. 388.

Fig. 313.

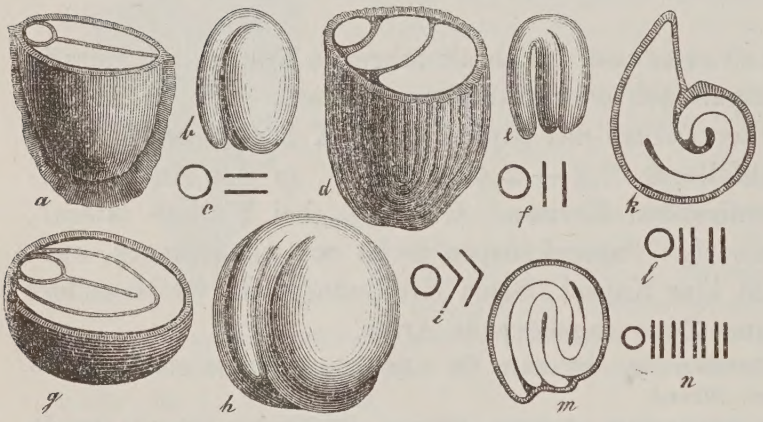


Corydalis: Frucht eine flache, schotenartige, 1fächerige, vielsamige Kapsel.

Fumaria: Frucht eine 1samige Nuss.

Dicentra (Diclytra) spectabilis Bernh. ist eine in Gärten sehr häufige, aus Japan stammende Zierpflanze.

Fig. 314.



845. (Fam. 3.) Cruciferae. Meist krautartige Gewächse, mit spiraligen, selten unten gegenständigen, ganzen oder getheilten Blättern. B in der Regel in Trauben ohne Gipfelblüthe, meist ohne Tragblätter, ☿, meist ✳. K 2 + 2, das untere Paar lateral, das obere median (vgl. Fig. 227 auf S. 388, sowie Fig. 313). C 4, mit dem K alternirend, als wäre dieser ein Wirtel. A 2 + 2^2, die unteren kürzer, die oberen durch Verdoppelung 4 und länger (tetradynamisches A); bisweilen A unvollständig. G (2), an seiner Basis oft kleine Nectarien zwischen den Staubgefässen, seine Carpelle lateral, die Samenträger an den verwachsenen Rändern derselben und zwischen letzteren eine dünnhäutige Gewebeplatte (falsche Scheidewand), daher der Fruchtknoten 2fächerig. Samenknospen in 2 alternirenden Reihen auf jeder Placenta, meist ∞, gewöhnlich campylotrop, hängend oder wagerecht. Griffel

Fig. 313. Cochlearia officinalis; A Blüthe und B solche halbirt. Vergr. 4. Nach Baillon.

Fig. 314. Embryonen von Cruciferen. *a*—*c* Cheiranthus Cheiri (*a* Same quer durchschnitten, die Lage des Embryo in der Samenschale zeigend und *b* Embryo, beide vergr.; *c* Zeichen für diese Form des Cruciferenembryo). *d*—*f* Sisymbrium Alliaria, ähnlich dargestellt. *g*—*i* Brassica. *k* Bunias, Same der Länge nach halbirt und *l* dessen Zeichen. *m* Heliophila, Same der Länge nach halbirt und *k* dessen Zeichen.

ungetheilt, oft fehlend. Frucht 2fächerig, selten durch weitere falsche Scheidewände der Quere nach getheilt, eine 2klappige (als Schote bezeichnete) Kapsel mit von unten nach oben sich so ablösenden Klappen, dass die Samenleisten an der Längsscheidewand stehen bleiben; seltener nicht aufspringend (nussartig) oder quer in 1samige Abtheilungen zerspringend (Gliederschote). Samen ohne Endosperm. Der Keimling ist in sehr verschiedener Weise gekrümmt (Fig. 314 und deren Erklärung) und darauf beruht die Eintheilung der Familie in 5 grössere Gruppen: 1. Keimling einfach so gekrümmt, dass das Würzelchen der Kante der beiden flach aufeinanderliegenden Cotyledonen anliegt: Pleurorhizeae; ihr dem schematischen Querschnitte des Keimlings entsprechendes Zeichen ist ○ =. 2. Keimling einfach so gekrümmt, dass das Würzelchen dem einen der beiden flachen Keimblätter anliegt: Notorhizeae, ○ ‖. 3. Keimling einfach so gekrümmt, dass das Würzelchen in der Rille der beiden dachig gefalteten Cotyledonen liegt: Orthoploceae, ○ > >. 4. Keimblätter spiralig gerollt, so dass sie auf dem Querschnitte zweimal durchschnitten werden: Spirolobeae ○ ‖ ‖. 5. Keimblätter so hin und her gebogen, dass sie auf dem Querschnitte 3—4mal sichtbar werden: Diplecolobeae, ○ ‖ ‖ ‖ ‖. Ferner sind für die Systematik der Familie die Grössenverhältnisse der Frucht, wie die Stellung der Scheidewand von Wichtigkeit. Ist der Längendurchmesser der Frucht viel grösser als der Breitendurchmesser, so heisst sie Schote (siliqua); ist sie so lang oder wenig länger als breit, Schötchen (silicula). Ist letzteres parallel mit der Scheidewand flach gedrückt, so dass diese dem grössten Breitendurchmesser entspricht, so ist es latisept; steht dagegen die Scheidewand im kleinsten Breitendurchmesser, so ist es angustisept. — Man kennt circa 1200 den gemässigten und kalten Regionen angehörende, vorzüglich der nördlichen gemässigten Zone eigenthümliche Arten.

846. Die deutschen Gattungen sind folgende:

I. **Pleurorhizeae,** ○ =

1. Arabideae: Frucht eine Schote.
   a. Klappen der Frucht nervenlos oder am Grunde schwach 1nervig.
      * Samen in jedem Fache 1reihig.
         α. Keimblätter flach: Cardamine.
         β. Keimblätter sich mit den Rändern umgreifend: Dentaria.
      ** Samen streng oder unregelmässig 2reihig: Nasturtium.
   b. Klappen 1nervig.
      * Samen 2reihig. Narbe ungetheilt: Turritis.
      ** Samen 1reihig.
         α. Narbe 2lappig, Lappen zurückgekrümmt: Cheiranthus.
         β. Narbe ungetheilt oder schwach ausgerandet.
            0 Klappen gekielt (Frucht abgerundet 4kantig): Barbarea.
            00 Klappen flach: Arabis.

2. Alyssineae: Frucht ein Schötchen mit breiter Scheidewand.
   A. Staubfäden am Grunde mit Zahn oder flügelartigem Anhängsel.
      a. Fächer mit 1—4 Samen: Alyssum.
      b. Fächer mit 6 und mehr Samen.
         * Klappen flach oder convex: Farsetia (Berteroa).
         ** Klappen halbkugelig aufgeblasen: Vesicaria.
   B. Staubfäden zahnlos.
      a. Schötchen kugelig oder fast kugelig: Cochlearia.
      b. Schötchen flach.

* Schötchen auf einem verlängerten Fruchtträger. Samenstiele (Nabelstränge) mit der Scheidewand verwachsen: Lunaria.

** Schötchen sitzend. Samenstiele frei: Draba.

3. Thlaspideae: Frucht ein Schötchen mit schmaler Scheidewand.
   A. Staubblätter am Grunde mit einem Anhängsel. Fächer 2samig: Teesdalea.
   B. Staubblätter ohne Anhängsel.
      a. Fächer 1samig.
         * Frucht flach, rundlich-eiförmig, die Klappen flügelig gekielt: Iberis.
         ** Frucht ganz flach, oben und unten ausgerandet (brillenförmig), mit kreisrunden, stark flügelig gerandeten Klappen: Biscutella.
      b. Fächer 2—mehrsamig. Schötchen flach, oben ausgerandet, geflügelt: Thlaspi.
4. Cakilineae: Frucht kurz, fast 2schneidig, 2gliederig, das obere Glied dolchförmig, nicht aufspringend: Cakile.

II. **Notorhizeae,** ○ ||

5. Sisymbrieae: Frucht eine Schote.
   A. Klappen 1nervig.
      a. Narbe 2lappig, die aneinander liegenden Lappen auf dem Rücken flach: Hesperis.
      b. Narbe stumpf oder ausgerandet: Erysimum.
   B. Klappen 3nervig: Sisymbrium.
6. Camelineae: Frucht ein Schötchen mit breiter Scheidewand, kugelig-birnförmig, mit vielsamigen Fächern: Camelina.
7. Lepidineae: Schötchen mit schmaler Scheidewand.
   A. Klappen ungeflügelt.
      a. Fächer ∞samig. Frucht oben ausgerandet: Capsella.
      b. Fächer 2samig. Frucht abgerundet: Hutchinsia.
   B. Klappen geflügelt oder flügelartig gekielt.
      a. Fächer 1samig. Staubgefässe ohne Anhängsel: Lepidium.
      b. Fächer 2samig. Die längeren Staubgefässe geflügelt: Aethionema.
8. Isatideae: Früchtchen nüsschenartig, nicht aufspringend, 2samig.
   A. Frucht kugelig, 1fächerig: Neslia.
   B. Frucht birnförmig, 3fächerig, die oberen Fächer leer: Myagrum.
   C. Frucht flach, 1fächerig, geflügelt: Isatis.

III. **Orthoploceae,** ○ > >

9. Brassiceae: Frucht eine 2klappige Schote.
   A. Klappen 1nervig.
      a. Samen kugelig, 1reihig: Brassica.
      b. Samen oval oder länglich, zusammengedrückt.
         * Samen 2reihig in jedem Fache: Diplotaxis.
         ** Samen 1reihig: Erucastrum.
   B. Klappen 3- oder 5nervig. Samen kugelig, 1reihig: Sinapis.
10. Zilleae: Frucht nussartig, nicht aufspringend, 1samig, kugelig-eirund: Calepina.
11. Raphaneae: Frucht eine Gliederschote oder ein Gliederschötchen.
   A. Frucht lang, ∞samig: Raphanus.
   B. Frucht kurz, das untere Glied stielartig, das obere kugelig.
      a. Beide Glieder 1samig: Rapistrum.
      b. Das untere Glied leer, nur das obere Glied 1samig: Crambe.

IV. **Spirolobeae,** ○ ||||

12. Buniadeae: 2- oder 4samige Schliessfrucht: Bunias.

V. **Diplecolobeae,** ○ ||||||

13. Senebiereae: Schötchen mit schmaler Scheidewand. (Fächer 1samig): Senebiera.
14. Subularieae: Schötchen mit breiter Scheidewand. (Fächer 4samig): Subularia.

847. Wichtigere Arten sind.

I. Matthiola incana und annua, Levkoje, Zierpflanzen aus Südeuropa und Orient. Cheiranthus Cheiri L., Goldlack, Zierpflanze aus Südeuropa. Nasturtium officinale RBr., Brunnenkresse, als Salat- und Gemüsepflanze benutzt und oft cultivirt. **Cochlearia** officinalis L., Löffelkraut, das Kraut officinell (Herba Cochleariae — scharfes ätherisches Oel). C. Armoracia L., Merrettich, der als Gewürz benutzten Wurzel wegen gebaut. Anastatica hierochuntica L., Jerichorose (Orient), sehr hygroskopisch. — II. Hesperis matro-

nalis Lam., Nachtviole, Zierpflanze aus Südeuropa. Camelina sativa L., Leindotter, der Samen wegen als Oelpflanze gebaut. Lepidium sativum L., Kresse, Salatpflanze aus dem Orient. Isatis tinctoria L., Waid, als Farbepflanze cultivirt. — III. **Brassica** oleracea L., Gartenkohl (Küsten des westlichen Europas), wird in vielen Varietäten und Spielarten als wichtige Gemüsepflanze gebaut. Die wichtigsten derselben sind var. acephala (vulgaris und quercifolia), Braun- und Grünkohl; gemmifera, Rosenkohl; sabauda, Wirsing; capitata, Kopfkohl (als Weiss- und Rothkraut); gongylodes, Kohlrabi, Oberkohlrabi; botrytis, Blumenkohl. — Brassica Rapa L. (aus Südeuropa?), ebenfalls wichtige Culturpflanze; als var. annua, Sommerrübsen und oleifera, Winterrübsen, beide Varietäten als Oelfrüchte gebaut; var. rapifera, weisse Rübe und Teltower Rübchen. — B. Napus L. (aus Südeuropa?), gebaut als Oelfrucht in den var. annua, Sommerraps und oleifera, Winterraps; ferner var. Napobrassica, Kohlrübe, Wruke, Erdkohlrabi. — B. nigra L., schwarzer Senf, die Samen als Gewürz (Senf, Mostrich) und officinell (Semen Sinapis nigrae — fettes Oel, Myrosin, Myrosinsäure). Sinapis alba L., weisser Senf, der als Gewürz dienenden Samen wegen oft gebaut. Raphanus sativus L., Rettich (aus Asien stammend) und die var. Radicula, Radieschen, als Gemüsepflanzen gebaut. — 2 Cruciferen kommen im Tertiär vor (Lepidium, Clypeola).

848. (Fam. 4.) Capparidaceae. Meistens Kräuter oder ♄, zuweilen klimmend, mit krautigen oder dornigen, zuweilen fehlenden Nebenblättern B meist ✳, ☿. K 2 + 2, C 4; A 4—∞ (wenn 6 — nicht tetradynamisch). G (2—12), der Fruchtknoten auf einer stielartigen Verlängerung der Blüthenaxe, 1fächerig, mit meist ∞ wandständigen, anatropen Samenknospen. Frucht kapsel- oder beerenartig. Samen ohne oder mit spärlichem Endosperm. Embryo gebogen. 300 Arten der wärmeren Zonen.

Capparis spinosa L., Kappernstrauch (Mittelmeerländer), liefert in seinen Blüthenknospen die als Gewürz beliebten Kappern.

Fig. 315.

A B

44. Ordnung. Cistiflorae.

849. B vorherrschend cyclisch, meist mit K und C, in der Regel 5zählig, die Blüthenhüllen stets hypogyn. K in der Knospe fast ausnahmslos dachig. A in gleicher oder doppelter Zahl der C oder meist in Folge von Verzweigung ∞. G am häufigsten (3—5), ein- oder mehrfächerig, nie mit falscher Scheidewand, mit wandständigen oder axilen Placenten.

850. (Fam. 1.) Resedaceae. Kräuter, selten Halbsträucher, mit spiralig stehenden, oft getheilten Blättern und in Trauben oder Aehren stehenden, kleinen, ☿ oder selten 1geschlechtigen, ↑ B. K und C 4—8zählig, die Blumenblätter wenigstens zum Theil zerschlitzt und am Grunde der Platte mit Ligula, die oberen grösser (Fig. 315 A). A 10—40 (sehr selten 3), einem unterständigen, nach oben stärker erweiterten Discus eingefügt. G (2—6), öfter gestielt, 1fächerig oder im Grunde gefächert, an der Spitze offen und ohne Griffel, mit campylotropen, wandständigen Samenknospen. Carpelle bisweilen nur am Grunde verschmolzen oder ganz frei und jedes für sich offen bleibend. Frucht eine meist oben offene Kapsel (Fig. 315 B). Samen ohne Endosperm. Keimling gebogen, sein Würzelchen einem Keimblatte aufliegend. 30 Arten in der gemässigten Zone, besonders im Mittelmeergebiete vertreten.

Reseda odorata L., bekannte wohlriechende Zierpflanze aus Aegypten und Syrien. R. luteola L., Wau, liefert einen gelben Farbstoff.

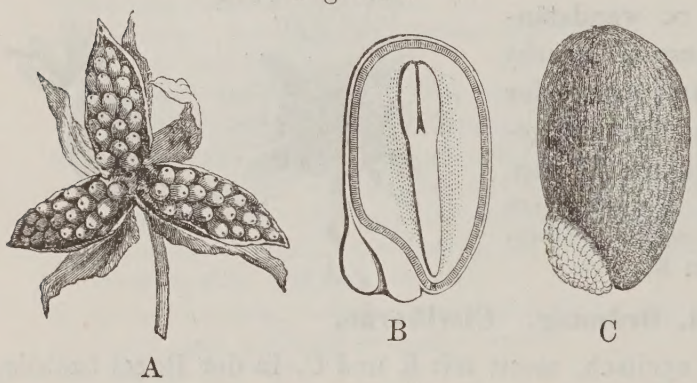
Fig. 315. A Reseda luteola, Blüthe vergr.; B R. odorata, reife Kapsel in nat. Gr.

851. (Fam. 2). Violaceae. Kräuter, ☿ oder ♄. Blätter spiralig, in der Knospe eingerollt, mit Nebenblättern. B meist einzeln stehend, ☿, ↑ bis fast * (letzteres bei der Abtheilung der Alsodeieae). K 5, häufig bleibend, an der Basis oft mit Anhängseln. C 5, das vordere (untere) Blatt meist am Grunde sackartig gespornt, die Krondeckung absteigend. A 5, die Staubfäden kurz (die beiden unteren bei unserer einheimischen Gattung Viola mit einem spornartigen Anhängsel, das in den Sporn des Blumenblattes hineinragt; vgl. Fig. 241 *f* auf S. 401), die Antheren zusammenneigend. G (3), 1fächerig, mit wandständigen, anatropen Samenknospen und ungetheiltem Griffel. Frucht eine 3klappige Kapsel mit ∞ endospermhaltigen, wandständigen Samen (Fig. 316 A), selten Beere. Keimling meist gerade (Fig. 316 B, C). Kleistogame B bei Viola und Jonidium (§ 740). 200 Arten in warmen und gemässigten Klimaten, die ☿ und ♄ tropisch.

Viola tricolor L., Stiefmütterchen, das Kraut officinell (Herba Jaceae s. Violae tricoloris — gelber Farbstoff, Schleim). V. altaica Pall. und V. lutea Huds. in vielen Spielarten in Gärten cultivirt. V. odorata L., Märzveilchen, beliebte Gartenzierpflanze. — 1 Art im Tertiär.

852. (Fam. 3.) Droseraceae. Meist 4 Kräuter mit meist grundständigen, spiraligen, gestielten, drüsig behaarten oder gefransten Blättern mit wimperartigen Spuren von Nebenblättern. B in verschiedenen Blüthenständen, bei Drosera in Wickeln, *, ☿, ihr Typus K 5, C 5 mit dachiger Knospenlage, A 5, G (3). Manchmal A 4—20 oder G (5). G 1—3fächerig. Griffel so viele als Carpelle, 2spaltig. Samenknospen anatrop, wandständig, selten grundständig. Kapsel 3—5klappig. Samen sehr klein, meist ∞, mit Endosperm und geradem Keimling. 110 Arten in den gemässigten und warmen Zonen, besonders auf Mooren. Fleischverdauende Pflanzen: vgl. §§ 233—236.

Fig. 316.



Drosera: G meist (3), mit 3 Griffeln und 3 ∞eiigen Placenten. Moorpflanzen.

Aldrovanda: G (5), mit 5 Griffeln und 5 1—4eiigen Placenten. Untergetauchte Wasserpflanze mit dicht wirtelständigen Blättern.

Dionaea muscipula L., Venus-Fliegenfalle (Nordamerika), häufig in Gewächshäusern. Die am Rande gewimperten Blätter legen sich bei Reizung 2klappig nach oben zusammen.

853. (Fam. 4.) Sarraceniaceae. 4 Sumpfkräuter mit krugartig ausgehöhlten, auf der Innenseite Wasser ausscheidenden Blattstielen, auf denen die kleine Spreite aufrecht oder wie ein Deckel sitzt. B *, ☿, meist mit K 5, C 5 (selten 0), A ∞. G 3—5fächerig, mit axilen Placenten. Kapselfrucht. Same mit Endosperm. 10 besonders nordamerikanische Arten. Fleischverdauende Pflanzen; vgl. §§ 233—236. — Sarracenia. Darlingtonia.

Fig. 316. Viola tricolor. A Reife geöffnete Kapsel in natürl. Gr. B Same und C derselbe halbirt, Vergr. 6; der helle Wulst unten links ist die Chalaza. Nach Baillon.

854. (Fam. 5.) Nepenthaceae. Halbsträucher oder ♄, öfter klimmend. Blätter mit lanzettlichem, flachem unterem Abschnitte, dessen Mittelrippe in eine Ranke ausläuft, die einen krug- oder kannenförmigen, hohlen, mit Deckel versehenen zweiten Spreitentheil trägt, welcher aus Drüsen der Innenwand Wasser absondert. B *, diöcisch, apetal; P (4) oder selten (3). A 4—16 mit den Filamenten in eine Säule verwachsen. G (4), selten (3), mit eben so vielen Fächern und ∞, in ∞ Reihen im Innenwinkel der Fächer und auf den angrenzenden Theilen der Scheidewände sitzenden anatropen Samenknospen. Kapselfrucht. 33 vorzüglich im tropischen Asien heimische Arten. Fleischverdauende Pflanzen: vgl. §§ 233—236.

Nepenthes destillatoria L. und N. Phyllamphora Willd. oft in Gewächshäusern; N. Rajah Hook. mit sehr grossen und weiten, incl. Deckel $1^1/_2$—2′ langen Kannen.

855. (Fam. 6.) Cistaceae. ♄, seltener Kräuter mit gegenständigen quirligen oder spiraligen Blättern, zuweilen mit Nebenblättern. B meist in Wickeln, oder einzeln, *, ☿ (bei amerikanischen Helianthemum-Arten auch kleistogam). K 5, 2 äussere Blätter manchmal kleiner oder 0. C 5, sehr hinfällig, in der Knospe dachig oder häufig in der dem K entgegengesetzten Richtung gedreht. A ∞. G (3 oder 5), 1fächerig oder bei Cistus fast vollständig gefächert, die ∞ wandständigen Samenknospen meist atrop. Griffel ungetheilt. Kapsel mit ∞ endospermhaltigen Samen. Keimling gebogen, spiralig gerollt oder doppelt gefaltet. 60, besonders in den Mittelmeerländern heimische Arten. — Helianthemum.

Das früher officinelle Ladanum, Harz von Cistus creticus L., C. ladaniferus L. u. a. A. wird jetzt nur noch zu Räucherkerzchen verwendet. — 2 tertiäre Arten.

856. (Fam. 7.) Bixaceae. ♄ und ♄ mit abwechselnden, einfachen Blättern und meistens mit Nebenblättern. K meist 4—5. C 0, oder so viele Blätter als in K, oder mehr. A meist ∞. G meist 1fächerig. Samenknospen ∞, wandständig, anatrop. Frucht eine 1fächerige Beere oder Kapsel. Same mit Endosperm; Keimling gerade. 160 tropische Arten.

Bixa Orellana L., Südamerika, liefert im Fruchtfleische einen als Orlean oder Rocou in den Handel kommenden Farbstoff.

857. (Fam. 8.) Hypericaceae. Kräuter, seltener Holzgewächse, mit gegenständigen oder quirligen, drüsig punktirten Blättern ohne Nebenblätter. B in Schraubeln, ☿, *. K 5, C 5 in der Knospe meist gedreht, A 0 + 5^{∞} und dann G (5), oder A 0 + 3^{∞} und dann G (3), die Bündel wegen Fehlschlagens des äusseren (bei einigen ausländischen Gattungen staminodienartig entwickelten) Kreises den Kronblättern superponirt. G 1fächerig, oder unvollständig, seltener vollständig 3—5fächerig. Samenknospen meist ∞, wandständig oder im Innenwinkel der Fächer, anatrop. Giffel 3—5. Kapsel 3—5klappig, selten die Frucht beerenartig. Same ohne Endosperm, mit geradem oder gekrümmtem Keimlinge. 210 Arten; Tropen und gemässigte Zonen.

Hypericum. — Vismia guianensis Pers. (Guyana) liefert das amerikanische Gummigutt.

858. (Fam. 9.) Elatinaceae. Kleine Sumpfkräuter mit gegenständigen, oder quirligen, ungetheilten Blättern und zuweilen Nebenblättern, die den eigentlichen Blättern ähnlich sind. B klein, einzeln oder zu mehreren in den Blattachseln, *, ☿. K (2—5); C 2—5, in der Knospe dachig. A 2—5 oder doppelt so viele als Blumenblätter. G (2—5), 2—5fächerig, mit

2—5 Griffeln. Kapsel an den Scheidewänden aufspringend. Samen ohne Endosperm. 20 Arten in gemässigten und warmen Klimaten. — Elatine.

859. (Fam. 10.) Tamaricaceae. ♄ und ♆ mit ruthenförmigen Zweigen und abwechselnden, sehr kleinen, schuppigen, meist graugrünen Blättern ohne Nebenblätter. B in Aehren, ∗, ☿. K 5. C 5, mit dachiger Knospenlage. A 5 oder 5 + 5, die Filamente an der Basis zur Röhre verwachsen oder frei. G (3), 1fächerig oder mit falschen Scheidewänden, mit ∞ anatropen, grund- oder wandständigen Samenknospen; Griffel 3. Kapselfrucht. Same mit oder ohne Endosperm, mit Haarschopf auf der Spitze. 40 in der nördlichen gemässigten Zone der östlichen Halbkugel heimische, namentlich an Küsten und in Steppen vorkommende Arten. — Myricaria. Tamarix.

860. (Fam. 11.) Ternstroemiaceae. ♄ oder ♆ mit abwechselnden, meist einfachen und nebenblattlosen Blättern. B ∗, meist ☿. K 5, von den dicht unter der B stehenden bracteenartigen Hochblättern gewöhnlich nicht scharf geschieden. C 5, seltener ∞, in der Knospe dachig oder unvollständig gedreht. A ∞, oft der Basis der C aufsitzend, frei oder am Grunde in mehrere Bündel verwachsen. G (2—5), selten mehr, mit eben so vielen Fächern und Griffeln. Samenknospen meist ∞, campylotrop oder anatrop, im Innenwinkel der Fächer. Kapselfrucht oder Beere. Samen meistens mit Endosperm. 260 den wärmeren Regionen angehörende, meist in Amerika und Ostasien vorkommende Arten.

Thea chinensis Sims. (mit den var. Th. Bohea L. und Th. viridis L.), Theestrauch (Ostasien), liefert den in zahllosen Sorten in den Handel kommenden chinesischen Thee (ätherisches Oel, Theïn = Coffeïn, Harz etc.); schwarzer und grüner Thee nur durch die verschiedene Behandlung der Blätter beim Trocknen bedingt. Camellia japonica L., Camellie (Japan), wird in vielen Varietäten als Zierstrauch cultivirt. — 5 tertiäre Arten.

861. (Fam. 12.) Clusiaceae. ♄ oder ♆ mit an Gummiharzen reicher Rinde und decussirten, einfachen, lederigen, nebenblattlosen Blättern. B ∗, selten ☿, meist 1geschlechtig. K 2—6 (häufig 5, selten ∞). C 2—6, selten ∞, in der Knospe dachig oder gedreht, selten klappig. A ∞, seltener in bestimmter Zahl, frei oder in Bündeln von der Zahl der C, selten alle zur Röhre verwachsen. G mit 2—∞ Fächern und grosser, strahlig-gelappter Narbe. Frucht kapsel-, beeren- oder steinfruchtartig. Samen oft mit Arillus, ohne Endosperm. 230 tropische Arten.

Garcinia Morella Desr. u. a. ostindische Arten liefern Gummigutt (Harz, Arabin). Mammea americana L. (Westindien) und Garcinia Mangostana L. (Ostindien) liefern geschätzte, essbare Früchte.

862. (Fam. 13.) Dipterocarpaceae. ♄ mit abwechselnden Blättern und Nebenblättern. B ∗, ☿. K 5, oder (5) und dann seine Lappen bald gleich lang, bald 2 oder 3 sehr stark verlängert, mit der Fruchtreife sich flügelartig vergrössernd, bleibend. C 5, oft an der Basis etwas verwachsen. A meist ∞ in ∞ Wirteln. G 2—3-, selten 1fächerig, jedes Fach mit 2 collateralen Samenknospen. Frucht durch Fehlschlagen 1fächerig, 1samig, nussartig oder eine 3klappige Kapsel, vom bleibenden Kelche eingeschlossen. Same ohne Endosperm, mit geradem Keimling. 112 Arten im tropischen Asien.

Dryobalanops Camphora Colebr. (malayische Inseln) liefert den Borneo- oder Barouscampher, Vateria indica den Manila-Copal.

45. Ordnung. Columniferae.

863. B cyclisch, in K und C meist 5zählig, K in der Knospe klappig, die C meist gedreht. A der Anlage nach diplo- oder obdiplestemonisch, gewöhnlich durch Verzweigung ∞, die Filamente dabei bündelweise oder röhrig verwachsen. G meist $\underline{(2-\infty)}$, mit vollständiger Fächerung. Keimling meist innerhalb des spärlichen Endosperms.

864. (Fam. 1.) Tiliaceae. Meist ☿ und ☿ mit ungetheilten oder selten gelappten, 2zeiligen Blättern und hinfälligen Nebenblättern. B *, fast stets ☿, 5-, seltener 4zählig. K 5, abfallend. C 5, in der Knospe schwach deckend. A 5∞ vor den Kronblättern, die Zweige frei oder nur an der Basis vereinigt, oft die innersten als petaloide Staminodien, die Antheren 2fächerig. G $\underline{(5)}$ oder $\underline{(2—10)}$, die Fächer mit je 1, 2 oder mehr oft hängenden Samenknospen. Frucht meist kapsel- oder nussartig, durch Ver-

Fig. 317.

Fig. 318.

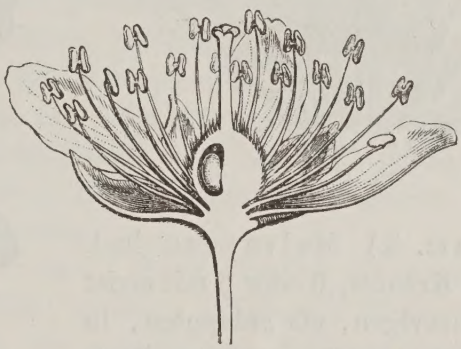


Fig. 319.

Fig. 320.

kümmerung oft 1fächerig und 1samig. Samen meist mit Endosperm und geradem Keimling. 330 Arten in Tropen und gemässigten Zonen.

865. Bei uns nur **Tilia**, Linde (Fig. 317—320): Blätter am Grunde oft schief herzförmig, mit hinfälligen Nebenblättern. B in 3- oder mehrblüthigen Trugdolden in der Achsel der Laubblätter, der Inflorescenzstiel mit einem zungenförmigen, bleichen, flügelartigen Blatte verwachsen (der sogenannten Bractee) und am Grunde mit einer Knospe; das Flügelblatt ist das erste, die scheinbar erste Knospenschuppe das zweite Vorblatt des Blüthenstandes und die in der Achsel des zweiten Vorblattes entwickelte Knospe ist für den Trieb des nächsten Jahres bestimmt. — T. platyphylla Scop. (T. grandifolia Ehrh., T. europaea L. z. Th., Sommerlinde): Blätter beiderseits gleichfarbig, unterseits weichhaarig und in den Aderwinkeln bärtig; Trugdolden meist 2—5blüthig; Nuss holzig, mit 5 starken, rippenartigen Kanten. — T. ulmifolia Scop. (T. parvifolia Ehrh., T. europaea L. z. Th., Winterlinde): Blätter unterseits blaugrün, kahl, nur in den Aderachseln rostig-bärtig; Trugdolden meist 5—11blüthig; Nuss dünnschalig, undeutlich kantig. Blüht 8—14 Tage später als vorige Art. Von beiden Arten die B officinell (Flores Tiliae, mit Spuren ätherischen Oeles); Holz und Bast technisch verwerthet, letzterer als Flechtmaterial. — Corchorus olitorius, capsularis u. a. ostindische Arten liefern im Baste die „Jute“ als Gespinnstfaser. — Ca. 30 Arten im Tertiär.

866. (Fam. 2.) Sterculiaceae (und Büttneriaceae). Meist ☿ und ♂, selten Kräuter, mit abwechselnden, einfachen, gelappten oder gefingerten

---

Tilia ulmifolia: Fig. **317** Blüthe und Fig. **318** solche halbirt, Vergr. 3; Fig. **319** Same und Fig. **320** solcher halbirt, Vergr. 3. Nach Baillon.

Blättern mit hinfälligen, selten fehlenden Nebenblättern. B *, meist ☿, selten durch Abort 1geschlechtig. K (5), seltener (3—4), selten 5. C 5, manchmal an der Basis verwachsen, zuweilen 0. A 5—∞, sehr häufig an der Basis zur Röhre verwachsen, die epipetalen oft verzweigt, die episepalen oft als Staminodien; Antheren 2fächerig. G meist (2—5), selten (10—12), die Fächer mit 2—∞ Samenknospen. Endosperm fehlend oder vorhanden. 520 tropische Arten.

Theobroma Cacao L., Cacaobaum, tropisches Amerika; die Samen der grossen, wie Gurken aussehenden, beerenartigen Früchte sind eiweisslos, dienen zur Bereitung des Cacao und der Chocolade und sind auch officinell (Semen Cacao — Theobromin, Coffeïn, fettes Oel = Cacaobutter, Cacaoroth etc.). — Circa 60 Arten in der Kreide und im Tertiär.

Fig. 321.

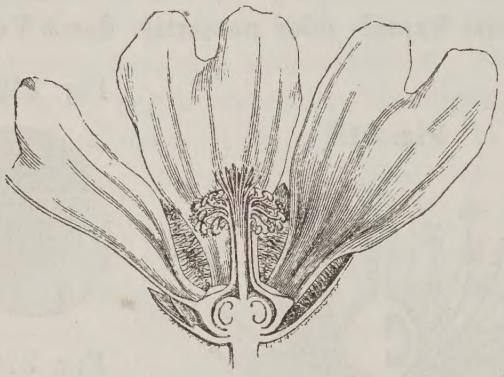


Fig. 322.

Fig. 324.

Fig. 325.

867. (Fam. 3.) Malvaceae (incl. Bombaceae). Kräuter, ♄ oder ♄ mit meist handförmig-nervigen, oft gelappten, in der Knospe fächerförmig gefalteten Blättern mit bleibenden oder hinfälligen Nebenblättern. B in achselständigen, oft geknäuelten Trugdolden, *, fast immer ☿. K 5 mehr oder weniger verwachsen, oft von einem aus Hochblättern gebildeten Aussenkelche umgeben, in der Knospe klappig. C 5, in der Knospe dachig-gedreht, durch die in eine lange Röhre verwachsenen A 5^{∞} am Grunde verbunden (Fig. 321, 322). Filamente des A noch gespalten, die Antheren daher monothecisch; selten A fast frei und in geringerer Zahl. G (3—∞), mit 1—∞ Samenknospen in jedem Fache. Frucht in nierenförmige, nicht aufspringende Theilfrüchte zerfallend (Fig. 323, 324), oder eine fachspaltige Kapsel. Samen meist mit wenig oder ohne Endosperm und gekrümmtem Keimling (Fig. 325). 700 Arten in Tropen und gemässigten Klimaten.

Fig. 323.

I. Fruchtknoten 5fächerig. Frucht eine Kapsel. Aussenkelch vielblätterig: Hibiscus.

II. Früchtchen viele, nierenförmig, 1samig, zu einem flachen, ∞fächerigen Fruchtknoten verbunden (Fig. 323).

A. Aussenkelch 3blätterig: Malva.

Malva silvestris: Fig. **321** Blüthe halbirt, Vergr. 2; Fig. **322** Androeceum, Vergr. 5; Fig. **323** Achänenscheibe, Fig. **324** einzelne Achäne und Fig. **325** solche halbirt, Vergr. 4—5fach.

B. Aussenkelch 6—9spaltig: Althaea.

C. Aussenkelch 3spaltig: Lavatera.

868. Althaea officinalis L., Eibisch, die Wurzel (Radix Althaeae — Bassorin, Stärke, Asparagin) und Blätter (Folia Althaeae — Schleim) officinell. A. rosea L., Stockrose, Stockmalve (Orient), in zahlreichen Spielarten als Zierpflanze, die Blüthen officinell (Flores Malvae arboreae — Schleim, Farbstoff) und die dunkeln Varietäten zum Färben des Weines. Malva rotundifolia L. und M. silvestris L., von ersterer die Blätter (Folia Malvae minoris), von letzterer Blätter und Blüthen (Folia Malvae majoris und Flores Malvae vulgaris) officinell. Lavatera trimestris L. (Südeuropa) und Malope trifida Cav. (Spanien) sind häufige Zierpflanzen. Hibiscus tiliaceus L., H. cannabinus L. u. a. A. Ostindiens liefern Gespinnstfasern; H. Rosa sinensis L., Zierstrauch aus China. Gossypium herbaceum L., G. religiosum L. und G. arboreum L. (tropisches Asien) liefern in den Samenhaaren die Baumwolle und werden daher in fast allen Tropenländern cultivirt.

46. Ordnung. Gruinales.

869. B meist *, seltener ↑ (Balsaminaceen, Tropaeolaceen), meist in allen Wirteln 5zählig, selten nur 3- oder 4zählig oder in höheren Zahlen. A obdiplostemonisch, bisweilen mit Uebergängen zu directer Diplostemonie (die mit nur 4 Arten in Nordamerika heimische Fam. der Limnanthaceae), oder die Kronstamina unterdrückt (Balsaminaceae) oder wohl auch in Form von Staminodien vorhanden (Erodium, manche Linaceen). Discus 0, dagegen oft Drüsen aussen am Grunde der Staubgefässe (vorzüglich der episepalen). G oberständig, meist 5gliederig, fast stets syncarp mit vollkommener Fächerung, die Carpiden über den Kronblättern (nur bei den Limnanthaceen über den Kelchgliedern). Samenknospen meist hängend und epitrop, selten (Limnanthaceae) aufsteigend und apotrop.

870. (Fam. 1.) Geraniaceae. Meist Kräuter mit gestielten, handförmig gelappten oder getheilten, seltener gefiederten Blättern, mit dünnhäutigen Nebenblättern. B in 2—∞blüthigen, doldenartigen Schraubeln, selten einzeln, meist *, selten ↑, ☿, 5zählig. K 5, das hintere Blatt zuweilen mit einem dem Blüthenstiele angewachsenen Sporn. C 5, dem Grunde der als Mittelsäule verlängerten Blüthenaxe eingefügt, in der Knospe meist gedreht. A 5 + 5, selten 3 Kreise, der vor den Blumenblättern stehende zuweilen ganz oder theilweise unfruchtbar, alle unten etwas verwachsen. G (5), nach oben in einen langen Schnabel verlängert, welcher 5 die Mittelsäule überragende Griffel und Narben trägt. Jedes der 5 Fächer mit 2 anatropen Samenknospen. Die 5 Schliessfrüchtchen 1samig, jedes mit seinem Schnabelfortsatze sich bogig oder spiralig von der Mittelsäule ablösend und an der Naht aufspringend. Samen ohne Endosperm, mit gekrümmtem Keimling. 350 Arten in gemässigten Klimaten, besonders am Cap.

Erodium: Die vor den Blumenblättern stehenden Staubgefässe immer unfruchtbar, breiter. Schnabel der Früchtchen innen behaart, spiralig eingerollt.

Geranium: Meist alle Staubgefässe fruchtbar, die mit den Blumenblättern abwechselnden länger. Schnabel der Früchtchen innen kahl, bogenförmig aufwärts gerollt.

Erodium gruinum L. und E. Ciconium L., Südeuropa; die Früchtchen der hygroskopischen Schnäbel wegen zu Hygrometern benutzt. Pelargonium (mit B ↑) in zahlreichen Arten (vom Cap) als Zierpflanzen.

871. (Fam. 2.) Tropaeolaceae. Zarte, saftige, oft kletternde Kräuter mit lang gestielten, schildförmigen Blättern und achselständigen, grossen, ☿, ↑ B. K 5, gefärbt, das hintere Blatt gespornt. C 5, die beiden hinteren Blätter grösser als die 3 vorderen genagelten und an der Basis der Platte

gewimperten Blätter. A 8 (durch Unterdrückung des medianen Staubgefässes in jedem der 5gliederigen Kreise). G (3), in jedem Fache 1 Samenknospe. Frucht beerenartig, 3knöpfig. 35 südamerikanische Arten.

Tropaeolum majus L., Kapuziner- oder indianische Kresse (Peru) u. a. A. als häufige Zierpflanzen.

872. (Fam. 3.) Oxalidaceae. Meist Kräuter mit häufig verkürzter, oft knolliger Axe und lang gestielten, meist gefingerten Blättern, deren Blättchen in der Knospenlage abwärts geknickt und gefaltet sind. Nebenblätter 0 oder vorhanden. B achselständig, einzeln oder in doldigen Wickeln, *, ♀ (vgl. § 740). K 5; C 5, in der Knospe wechselwendig gedreht; A 5 + 5, am Grunde etwas verwachsen, die episepalen etwas länger, alle fruchtbar. G (5), 5fächerig, Samenknospen in jedem Fache 1—∞. Kapsel 5fächerig, die Klappen oben und unten verbunden bleibend; seltener Beere. Same mit Endosperm und geradem Keimling, die äussere Samenschalenschicht elastisch abspringend und den Samen fortschleudernd. 230 Arten; Tropen und gemässigte Zonen, besonders in Amerika und am Cap.

Oxalis acetosella L. und O. stricta L. zur Darstellung des Kleesalzes (oxalsaures Kali) dienend. Die Wurzeln und Stengel mancher mexikanischer Arten (O. esculenta O. et Dietr., O. crassicaulis Zucc. etc.) werden gegessen.

873. (Fam. 4.) Linaceae. Meist Kräuter mit sitzenden, schmalen, ganzrandigen, nebenblattlosen Blättern. B in Trugdolden oder Wickeln, *, 4—5zählig, meist K 5, C 5, in der Knospe wechselwendig gedreht; A 5 + 5, der innere Kreis (Kronstaubfäden) unfruchtbar oder auch 0, die Staubfäden öfter am Grunde verwachsen. G (2—5), die Fächer durch falsche Scheidewände unvollständig halbirt, jede Abtheilung mit 1 Samenknospe. Griffel getrennt. Kapselfrucht. Samen fast ohne Endosperm. Keimling gerade. 140 Arten in den gemässigten Zonen, besonders der östlichen Erdhälfte.

Linum: Alle Blüthenkreise 5gliederig. — Radiola: Alle Blüthenkreise 4gliederig.

Linum usitatissimum L., Flachs, Lein (Vaterland?); wichtige Culturpflanze, die Bastfasern zu Gespinnsten, die Samen des Oeles wegen benutzt und auch officinell (Semen Lini — Bassorin, fettes Oel). L. grandiflorum Desf. (Nordafrika), L. austriacum L. und L. flavum L. (Südeuropa) häufig als Zierpflanzen.

874. (Fam. 5.) Balsaminaceae. Meist ⊙ Kräuter mit saftigem, durchscheinendem, zerbrechlichem Stengel. Blätter spiralig, einfach, mit Spuren von Nebenblättern. B in achselständigen Trauben, ↑. K 5, zuweilen durch Abort der beiden vorderen Blätter nur 3, das hintere Blatt grösser und gespornt. C 5, aber die 4 oberen Blätter paarweise verwachsen, daher scheinbar nur 3. A 5, vor den Kelchblättern. Staubfäden oben verklebt, zuletzt unten abreissend und von dem G als Mütze emporgetragen. G (5), 5fächerig, mit ∞ Samenknospen. Frucht eine elastisch aufspringende, saftige Kapsel, deren Klappen spiralig aufrollen und die Samen fortschleudern. Endosperm 0. Keimling gerade. 136 in den gemässigten und warmen Klimaten, vorzüglich in Asien heimische Arten.

Impatiens Balsamina L., Gartenbalsamine (Ostindien), häufige Zierpflanze. I. Noli tangere L. einheimisch. I. parviflora DC., aus Mittelasien, oft aus botanischen Gärten verwildert.

47. Ordnung. Terebinthinae (Rutinae).

875. B meist durchgängig 5zählig, meist *, mit meist doppelt so vielen A als C. Von voriger Ordnung durch den nur sehr selten fehlenden intrastaminalen Discus verschieden. Derselbe bildet zwischen A und G meist

eine ring-, polster- oder becherförmige Erhebung des Receptaculums (vgl. S. 419, Fig. 257, 258), die häufig durch den Druck der umgebenden Staubgefässe gekerbt oder gelappt, zuweilen auch in distincte Drüsen geschieden ist. Samenknospen meist epitrop, nur bei den Anacardiaceen apotrop.

876. (Fam. 1.) Zygophyllaceae. Meist Kräuter und ♄ ohne bittere Bestandtheile, ohne Oeldrüsen, häufig mit gegliederten Zweigen, mit gegenständigen oder abwechselnden, paarig gefiederten Blättern mit Nebenblättern. B ☿, *, seltener ↑. K 5, C 5, A 5 + 5, G (5). Zuweilen die B 4gliederig, oder die C 0, oder A 15, oder einzelne A abortirt, oder G 2—12fächerig, oder Discus 0. Samenknospen 2—∞ in jedem Fache. Endosperm selten 0. Embryo zuweilen gekrümmt. 100 meist tropische Arten.

Guajacum officinale L., Pockholz (Westindien — Baum); das sehr harte und schwere Holz zu Drechslerarbeiten (Kegelkugeln etc.) und auch officinell (Lignum Guajaci — Harz, Guajacin, Guajaksäure). Tribulus terrestris L., Burzeldorn, bereits in Südeuropa lästiges Unkraut. — 2 Arten im Tertiär.

877. (Fam. 2.) Rutaceae. Kräuter oder meist ♄ und ♄, mit abwechselnden, einfachen oder getheilten Blättern; Nebenblätter meist 0. B in Rispen oder Trugdolden, ☿ oder durch Fehlschlagen 1geschlechtig, ihr Typus K 5, C 5, A 5 oder 10, selten mehr, G (2—5) oder (5—8). Blumenblätter in der Knospe dachig, selten klappig. A zuweilen verwachsen. Fruchtblätter getrennt, oder zu einem mehrfächerigen Fruchtknoten mit eben so vielen getrennten oder verwachsenen Griffeln verbunden. Samenknospen in jedem Fache 2 oder mehr, anatrop. Kapselfrucht. Samen mit oder ohne Endosperm. Alle Theile meist reich an Oeldrüsen. 700 Arten in den Tropen und gemässigten Zonen.

Fig. 326.

Fig. 327.

I. **Ruteae.** B (mit Ausnahme von Dictamnus) *, ☿, häufig 4gliederig. Discus frei, dick. G tief 2—5lappig, jedes Fach mit 3—∞ Samenknospen. Frucht eine Kapsel mit mehr oder weniger getrennten, auf der Innenseite sich öffnenden Fächern (Fig. 326). Samen mit fleischigem Endosperm. Embryo manchmal gekrümmt (Fig. 327). Meist Bewohner der nördlichen gemässigten Hemisphäre. Bei uns:

Ruta: B *. K bleibend. C 4—5. A 8—10. G sitzend. Innere Schicht der Kapselfächer sich (wie bei der Mehrzahl der Ruteen) bei der Reife nicht von der Aussenschicht trennend. R. graveolens L., Raute (Südeuropa), die Blätter obsolet. — Dictamnus: B ↑. K abfallend. C 5. A 10, abwärts geneigt. G kurz und dick gestielt. Innere Schicht der Kapselfächer sich bei der Reife von der Aussenschicht elastisch ablösend. D. Fraxinella Pers., Diptam.

II. **Cusparieae.** Von den Ruteen hauptsächlich durch nur 2 Samenknospen in den Fruchtknotenfächern und durch das fehlende oder spärliche Endosperm verschieden. Kronstaubgefässe 0 oder nur theilweise (als Staminodien) vorhanden. Embryo gekrümmt. Tropisches Amerika. — Galipea officinalis Hanc. (Columbien) liefert die Angostura-Rinde. Pilocarpus pennatifolius Lemaire (östl. Brasilien) liefert Folia Jaborandi (ätherisches Oel, Pilocarpin).

III. **Diosmeae.** B *. Kronenstamina und Samenknospen wie bei II. Embryo gerade. Endosperm 0. Fruchtschale bei der Reife wie bei Dictamnus (I). Keimblätter dick-fleischig. — Blätter stets einfach. Südliches Afrika. — Barosma crenata Kze., B crenulata Hook. u. a. A. liefern die breiten, B. serratifolia Wild., Empleurum serrulatum Ait. u. a. A. die langen Buccoblätter (Folia Bucco — ätherisches Oel, Barosma-Campher).

Ruta graveolens: Fig. 326 Frucht; Vergr. 3. — Fig. 327. Same halbirt. vergr. 7.

IV. **Boronieae.** Von den Diosmeen hauptsächlich durch das Vorhandensein eines fleischigen Endosperms verschieden, mit den Ruteen die beiden fruchtbaren Staminalkreise theilend. Australien. — Boronia.

V. **Xanthoxyleae.** B polygam-diöcisch. Keimblätter laubartig, flach. Endosperm 0 oder vorhanden. Tropen beider Hemisphären. — Xanthoxylon. 11 tertiäre Arten.

VI. **Toddalieae.** Von den vorhergehenden Gruppen durch den vollkommen syncarpen Fruchtknoten und die nicht aufspringende, beerenartige oder trockene und geflügelte Frucht verschieden. Samenknospen 1 oder 2 in jedem Fache. Endosperm fleischig. Meist Tropenbewohner. — Ptelea trifoliata L. (Nordamerika), häufiger Zierstrauch mit Flügelfrucht. — 3 tertiäre Arten.

VII. **Amyrideae.** B ∗, ☿ oder polygam, mit K 4; C 4; A 4+4; G 1, mit 2 collateralen Samenknospen. Steinfrucht. Endosperm 0. Tropisches Amerika. — Amyris.

VIII. **Aurantieae.** ♄ oder ♄ mit oft dornigen Zweigen, reich an Oeldrüsen. Blätter abwechselnd, unpaarig gefiedert, oft nur das vom geflügelten Blattstiele abgegliederte Endblättchen vorhanden (Citrus). B in Rispen oder einzeln, ∗, ☿. K (5), krug- oder glockenförmig; C 5, in der Knospe dachig, einem hypogynischen Discus eingefügt. A 10—∞, oft in 1 oder mehrere Bündel verwachsen. G (2—∞), mit eben so vielen Fächern. Samenknospen 1—∞, im Winkel der Fächer. Frucht eine Beere mit lederiger, ölreicher Schale und aus den Haaren der Innenfläche des Fruchtknotens gebildetem Fleische. Samen ohne Endosperm. 60 tropisch-asiatische Arten, manche in allen wärmeren Ländern cultivirt. — Citrus medica L., Citrone (und var. C. Limonium Risso, Limone; C. Limetta Risso, Limette), als Gewürz bekannt, die mit geschmolzenem Zucker getränkte Schale der var. macrocarpa als Citronat. C. Aurantium L., Orange, Pommeranze (mit den var. amara, bittere O., dulcis, süsse O., sinensis, Apfelsine), die süssen Früchte gegessen, die bitteren in verschiedener Form officinell (Fructus Aurantii immaturus, Cortex Fructus Aurantii — ätherisches Oel, Bitterstoff, Hesperidin), ebenso die Blüthen (Flores Aurantii). — C. decumana L., Pompelmus, die in Zucker gekochte Schale als Succade in den Handel kommend.

878. (Fam. 3.) Meliaceae (mit Cedrelaceae). ♄ oder ♄ ohne Oelbehälter und gewöhnlich auch ohne Bitterstoffe, mit abwechselnden, einfachen oder zusammengesetzten, nebenblattlosen Blättern. B ☿, ∗, meist 4—5- (selten 3—7-) zählig, in rispigen Inflorescenzen. C meist freiblätterig. A doppelt so viele als Corollentheile, frei (Cedreleae) oder meist becher- bis röhrenförmig verwachsen. Discus stark entwickelt, den meist 3—5fächerigen Fruchtknoten oft wie ein Becher umgebend. Frucht beeren-, steinfrucht- oder kapselartig; Same mit oder ohne Endosperm. Ca. 270 tropische Arten.

Swietenia Mahagoni L., Mahagoniholz (Westindien, Centralamerika), des Holzes wegen, von Cedrela febrifuga Bl. auf Java und in Ostindien die Rinde als Fieber vertreibendes Mittel geschätzt.

879. (Fam. 4.) Simarubaceae. An Bitterstoffen reiche ♄ und ♄ ohne Oelbehälter. B ∗, 3—5zählig, ☿ oder häufig diklin. G völlig syncarp oder apocarp oder nur in den Griffeln verschmolzen. Frucht meist eine einfache Steinfrucht oder mehrere quirlig gestellte Steinfrüchte vorhanden (selten Beere, Flügelfrucht — Ailanthus — oder Kapsel). 112 meist tropische Arten.

Quassia amara L. (tropisches Amerika) liefert officinelles Holz und Rinde (Lignum et Cortex Quassiae surinamensis — Quassiin enthaltend). Picraena excelsa (Westindien) liefert eine zweite Sorte Quassiaholz (Lignum Quassiae jamaicensis). Von Simaruba-Arten des tropischen Amerika war die Rinde früher ebenfalls officinell. Ailanthus glandulosa (Götterbaum), aus China stammend, ist häufiger Zierbaum. — 11 Arten im Tertiär.

880. (Fam. 5.) Burseraceae. ♄ und ♄ ohne Nebenblätter, von den Rutaceen und Simarubaceen nur durch die Harzgänge der Rinde (Bast) verschieden. B ∗, meist polygam-diöcisch, klein, 4—5zählig, mit meist freier C und G (2—5) mit vollständiger Fächerung und meist 2 collateralen Samenknospen im Fache. Ca. 300 tropische Arten.

Commiphora Myrrha Engl. (Balsamea Myrrha Engl., Balsamodendron Myrrha N. v. Esenb. — Westküste Arabiens und Somaliküste Ostafrikas) liefert Myrrhe (Gummiharz mit ätherischem Oel). Von Boswellia Carteri Birdw., B. Bhau-Dajiana Birdw. u. a. Arten, welche im Gebiete des Myrrhenbaumes heimisch sind, stammt der Weihrauch (Olibanum — Gummiharz mit ätherischem Oel). Von Cannarium commune L., C. album u. a. Arten der Philippinen wird eine Sorte des Elemi (Harz mit Amyrin etc.) abgeleitet.

881. (Fam. 6.) Anacardiaceae (Terebinthaceae). ♄ und ♄, in der Rinde mit Harzgängen, mit abwechselnden, nebenblattlosen Blättern. B in end- oder achselständigen Rispen, klein, oft durch Fehlschlagen 1- oder 2häusig, meist 5zählig. K 3—5zähnig, die Blumenblätter mit seinen Abschnitten wechselnd, in der Knospe dachig oder klappig. A 5, 10 oder ∞. G meist 3—5zählig, apocarp oder syncarp, der Fruchtknoten jedoch stets 1fächerig und mit nur 1 apotropen Samenknospe (durch letztere unter allen Terebinthineen ausgezeichnet — vgl. § 875). Steinfrüchte oder Nüsschen mit endospermfreiem Samen. 400 meist tropische Arten.

Pistacia Lentiscus L. (Südeuropa) liefert Mastix (Resina Mastix — Mastixsäure, Masticin), P. vera L. (Südeuropa) die als Gewürz benutzten Pistazien; P. Terebinthus L. (Südeuropa) früher officinell (Terebinthina cypria). Rhus Toxicodendron Michx., Giftsumach (Nordamerika), lieferte früher officinelle Blätter (Folia Toxicodendri — Toxicodendronsäure), R. Cotinus L., Perückenbaum (Südeuropa), oft als Zierstrauch cultivirt; ebenso R. typhina L., Essigbaum (Nordamerika); R. semialata Murr. (China) liefert die sehr gerbstoffreichen chinesischen Gallen, R. Coriaria L. (Südeuropa) als „Schmack" in den Handel kommende gerbstoffreiche Blätter. Anacardium occidentale L. (Westindien) und A. orientale L. (Ostindien) lieferten in den Früchten die früher officinellen „Elephantenläuse" (Anacardia). Mangifera indica L. (Ostindien), der wohlschmeckenden Früchte (Mango) wegen in allen Tropenländern gebaut. — 78 Arten im Tertiär, darunter 57 Arten der Gattung Rhus.

48. Ordnung. Aesculinae.

882. B im Allgemeinen wie in der Ordnung der Terebinthineen gebaut, doch häufiger ↑ (meist schräg). Discus oft 0 (Polygalaceen); da wo er sich entwickelt, befindet er sich ausserhalb der Staubgefässe, oder er dehnt sich doch so weit nach aussen aus, dass die Staubgefässe innerhalb des Randes eingefügt erscheinen; bisweilen verwächst er auch mit den Filamentbasen zu einer Röhre (Erythroxylaceae), oder er ist einseitig entwickelt (viele Sapindaceen). A doppelt so viele als C oder weniger bis zu nur 1 herab (letzteres bei Vochysiaceen). Ovarium meist olygomer, gewöhnlich 2—3zählig und das Fach mit 1—2 Samenknospen. Endosperm meist 0. Keimling gerade oder gekrümmt.

883. (Fam. 1.) Malpighiaceae. B * oder ↑, mit lang genagelten Blumenblättern, A 10 (meist monadelphisch) und G (3). 500 besonders dem tropischen Amerika angehörende Arten; 34 im Tertiär.

884. (Fam. 2.) Erythroxylaceae. Blumenblätter mit Ligula. A 10 an der Basis mit dem Discus zu einer kurzen Röhre verwachsen. Steinfrucht. Same mit Endosperm. 53 meist dem wärmeren Amerika angehörende Arten.

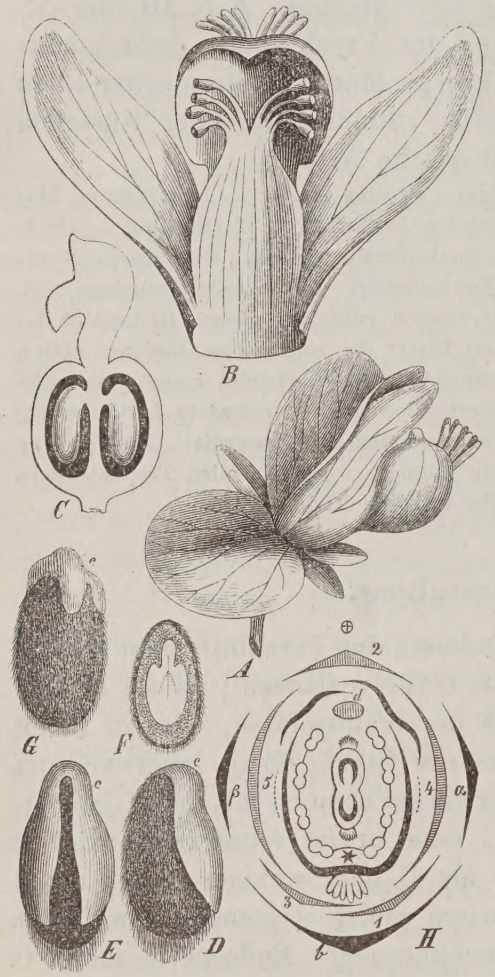
Erythroxylon Coca Lam., Coca, die Blätter in Peru als betäubendes Genussmittel gekaut, manchmal auch officinell.

885. (Fam. 3.) Sapindaceae (incl. Hippocastaneae). Meist ♄ mit nebenblattlosen, seltener Nebenblätter besitzenden, meist abwechselnden (selten gegenständigen — Aesculus) Blättern. B schräg ↑. K 5, C 5, A 5—9 (meist 8, bei Aesculus 7), G meist (3). 700 meist tropische Arten.

Aesculus Hippocastanum L., Rosskastanie, Zierbaum aus dem Orient; A. Pavia L., A. flava Alt. und A. rubicunda Lodd. aus Nordamerika, ebenfalls häufig angepflanzt. Paullinia sorbilis Mart. (Brasilien) liefert die officinelle Guarana aus den gerösteten, zerriebenen und zu Teig gekneteten Früchten (Pasta guarana — Coffeïn, Gerbstoffe etc.); in Brasilien ist sie Genussmittel. — Circa 60 Arten im Tertiär.

886. (Fam. 4.) Aceraceae. ♄ mit gegenständigen, meist handförmig gelappten Blättern ohne Nebenblätter. B ∗, meist vielehig oder 2häusig, in Trauben oder Trugdolden. K 5, frei oder verwachsenblätterig; C 5, manchmal 0; A 4—12 (selten 10 oder 5, meist 8); Discus undeutlich oder dick ringförmig. G (2), jedes Fach mit 2 collateralen, absteigenden, apotropen Samenknospen. Nur selten die Kreise 4gliederig. Frucht in 2 geflügelte, bei der Reife sich trennende, 1samige Theilfrüchte zerfallend. Samen ohne Endosperm, der Keimling mit laubigen, unregelmässig gefalteten Cotyledonen.

Fig. 328.



Acer (Ahorn). Blätter meist handförmig 3—7lappig oder -theilig. C selten 0. A meist 8. A. Pseudoplatanus L. (Bergahorn), mit hängenden Blüthentrauben, die Lappen und Buchten der unterseits blaugrünen Blätter spitz; A. platanoides L. (Spitzahorn), mit trugdoldigen Blüthenständen, die kahlen Blätter mit stumpfen Buchten und spitzen Lappen; A. campestre L. (Feldahorn), von voriger Art durch die stumpfen Lappen der unterseits weichhaarigen Blätter verschieden — alle drei Arten mit polygam-monöcischen Blüthen. A. saccharinum L. (Zuckerahorn — Nordamerika), mit polygam-diöcischen Blüthen, liefert den Ahornzucker.

Negundo: Blätter 3- oder 5zählig-gefiedert; B diöcisch; C 0. A 4—5. — N. aceroides Moench (Acer Negundo L.), Zierbaum aus Nordamerika.

887. (Fam. 5.) Polygalaceae. Kräuter oder ♄ mit spiraligen, einfachen Blättern ohne Nebenblätter. B einzeln oder in Trauben und Rispen, ↑, ☿. K meist 5, bleibend, die 2 seitlichen Blätter (Flügel) grösser und blumenblattartig; C 3 (durch Fehlen der beiden seitlichen von 5); A 8 (durch Ausfall der 2 medianen von 10). Die Blätter der C unter sich und mit dem A zu einer hinten offenen Röhre verwachsen, das vordere Blatt der C grösser, bei Polygala kahnförmig und an der Spitze pinselartig zerschlitzt (Fig. 328 A, B). Staubbeutelfächer an der Spitze mit einem Loche aufspringend. G (2), die Fruchtblätter median 2fächerig, in jedem Fache 1

Fig. 328. A—F Polygala Senega L.: A Blüthe ca. 8fach vergr. B Blumenkrone und Staubgefässe, ausgebreitet und von oben gesehen, C Pistill im Längsschnitte D und E Same von der Seite und von vorne gesehen, *c* der Arillus, vergr. F Same mit Embryo im Längsschnitte. — G Polygala amara L., Same vergr., *c* Arillus. — H Diagramm; *b* Deckblatt, *α* u. *β* Vorblätter, 1—5 Kelchblätter, *d* Drüse. — Theilweise nach Berg u. Schmidt.

hängende Samenknospe; Griffel ungetheilt; Narbe 2spaltig (Fig. 328 C). Kapsel 2klappig. Samen oft mit verschieden gestaltetem Arillus, mit oder ohne Endosperm (Fig. 328 D—G). 400 Arten; warme und gemässigte Zone.

Polygala amara L., Kreuzblume, das Kraut früher officinell (Herba et Radix Polygalae amarae — Polygamarin). P. Senega L. (Nordamerika), die Wurzel officinell (Radix Senegae — Senegin = amorphes Saponin, fettes Oel etc.).

49. Ordnung. Frangulinae.

888. B *, in K und C 4- oder 5gliederig, das A der C fast ausnahmslos gleichzählig, dabei die Staubgefässe bald dem epipetalen, bald dem episepalen Kreise angehörend. C und A meist hypo- oder schwach perigyn, seltener (Rhamnaceae) vollständig peri- oder selbst epigyn (Fig. 329). Discus nur selten 0 (Pittosporeae, Aquifoliaceae), sonst bald intra-, bald extrastaminal oder in Mittelformen auftretend. G bald iso-, bald oligomer, die allgemein ana- und apotropen Samenknospen aufrecht oder hängend und beide Fälle bisweilen in derselben Familie vorkommend. Samen fast immer mit Endosperm.

889. (Fam. 1.) Celastraceae. ♄ oder ♅ mit abwechselnden oder gegenständigen, einfachen Blättern mit Nebenblättern. B ☿ oder polygam, 4- oder 5gliederig. C dachig, A und G einem polsterförmigen Discus eingefügt. Fruchtknotenfächer meist mit 2 aufrechten oder aufsteigenden Samenknospen. Ca. 270 Arten in den Tropen und gemässigten Klimaten.

Evonymus: Samen mit orangerothem Arillus. — E. europaea L. (Spindelbaum, Pfaffenhütchen); das Holz geschätzt. E. latifolia L. Zierstrauch aus Süddeutschland. — 80 Arten (vorzüglich Celastrus) im Tertiär.

890. (Fam. 2.) Staphyleaceae. ♄ mit gegenständigen, gefiederten Blättern mit Nebenblättern. B 5gliederig. A ausserhalb des Discus. Samenknospen ∞, aufsteigend. 14 Arten, sehr zerstreut.

Staphylea (Pimpernuss): Kapsel aufgeblasen, mit knöchernen Samen. St. pinnata L (Süddeutschland) und St. trifolia L. (Nordamerika) sind häufige Ziersträucher.

891. (Fam. 3.) Aquifoliaceae (Ilicineae). Blätter wechselständig, ohne Nebenblätter, immergrün, lederig, oft dornig-buchtig-gezähnt. Von den Celastrineen hauptsächlich nur durch den fehlenden Discus und durch die einzelne, hängende Samenknospe jedes Fruchtknotenfaches verschieden. Beerenfrucht. 150 vorzüglich amerikanische Arten.

Ilex aquifolia L., Stechpalme, Hülse; die einzige europäische Art, in Norddeutschland in Wäldern häufig. Im Schwarzwalde die jungen Blätter als Surrogat des chinesischen Thees. I. paraguayensis St. Hil. (Südamerika) und einige andere Arten liefern den Maté oder Paraguaythee, der Theïn in den Blättern enthält und das Nationalgetränk der Südamerikaner ist. 45 tertiäre Arten (Ilex 39).

892. (Fam. 4.) Vitaceae (Ampelideae). Meist klimmende ♄ mit handförmig-gelappten oder gefingerten Blättern mit oder ohne Nebenblätter und mit Stammranken. B ☿ oder vielehig. K (5) klein; C 5, in der Knospe klappig, oft vor dem völligen Aufblühen mützenförmig abgeworfen; A 5 vor den Blumenblättern. G (2), selten (3—4), in jedem Fache mit 2 grundständigen, aufrechten Samenknospen. Discus zwischen A und G, meist in einzelne Drüsen verlängert. B manchmal auch 4zählig. Beerenfrucht mit hartschaligen Samen. 250 Arten, gemässigte und warme Zone.

Vitis vinifera L., Weinstock, in Kleinasien heimisch, werthvolle Culturpflanze in zahlreichen Spielarten als Tafel- und Keltertraube gezogen, die getrockneten Beeren als Rosinen

und Korinthen. V. labrusca L. (Nordamerika) und Ampelopsis quinquefolia Michx., wilder Wein (Nordamerika), als Wand und Laubenbekleidungen. — 31 fossile, meist tertiäre Arten.

893. (Fam. 5.) Rhamnaceae. Meist aufrechte ♄, oft mit Dornen. Blätter einfach, abwechselnd oder gegenständig. B klein, unscheinbar, (4- oder) 5zählig, in der Knospe klappig, ☿, manchmal 2häusig, bisweilen peri- oder epigyn (Fig. 329). K (5); C 5, klein, oft kappenförmig. A 0 + 5. G (2—4) mit je 1 aufrechten Samenknospe, selten 1fächerig, Discus das G umgebend. Stein- oder Kapselfrucht. Same nur mit spärlichem Endosperm. 430 Arten, warme und gemässigte Zone.

Fig. 329.

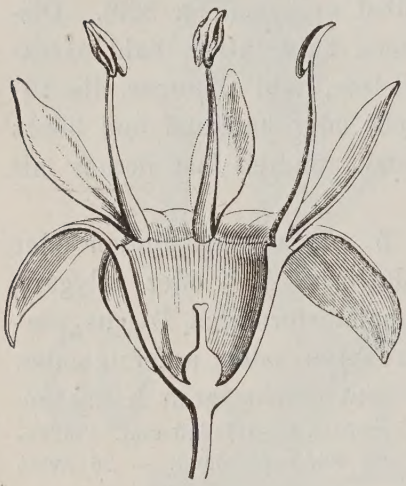
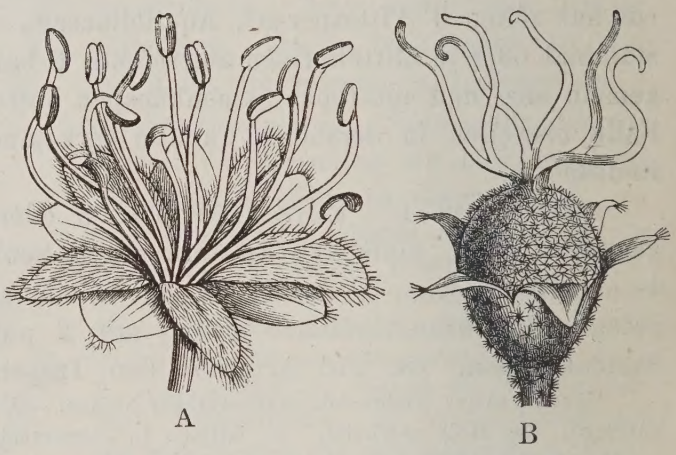
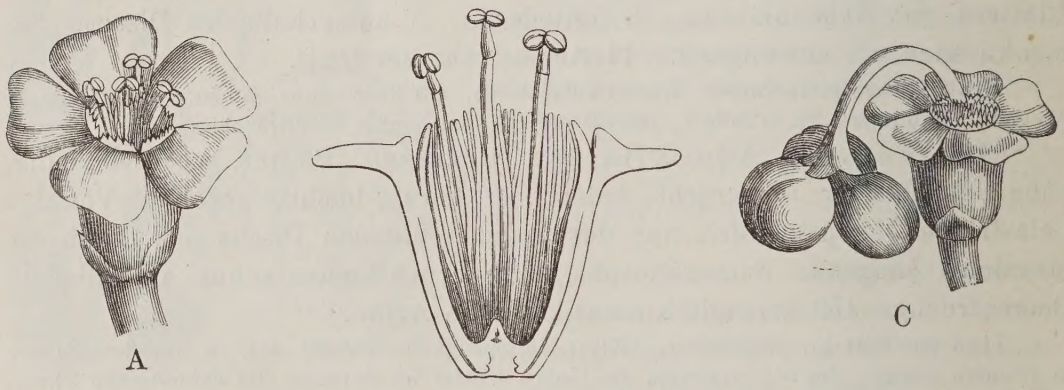


Fig. 331.



A B

Fig. 330.



A B C

Rhamnus cathartica L., Kreuzdorn, die Früchte officinell (Fructus Rhamni catharticae — Rhamnocathartin, Rhamnin) und zur Bereitung des Saftgrüns (Schüttgelb), das auch aus den Früchten von (den südeuropäischen Arten) R. infectoria L., R. saxatilis L. etc. gewonnen wird (Avignonkörner). R. Frangula L., Faulbaum, die Rinde officinell (Cortex Frangulae — Frangulin). Zizyphus vulgaris L., Judendorn und Paliurus aculeatus Lam., Stechdorn, nur im Süden. — 82 tertiäre Arten (Rhamnus, Zizyphus etc.).

Fig. 329. Rhamnus cathartica, ♂ Blüthe mit rudimentärem Pistill, halbirt; Vergr. 5. Nach Baillon.

Fig. 330. A männliches Cyathium, B solches im Längsschnitte und C fruchttragendes Cyathium von Euphorbia resinifera. Vergr. 4. Nach Berg u. Schmidt.

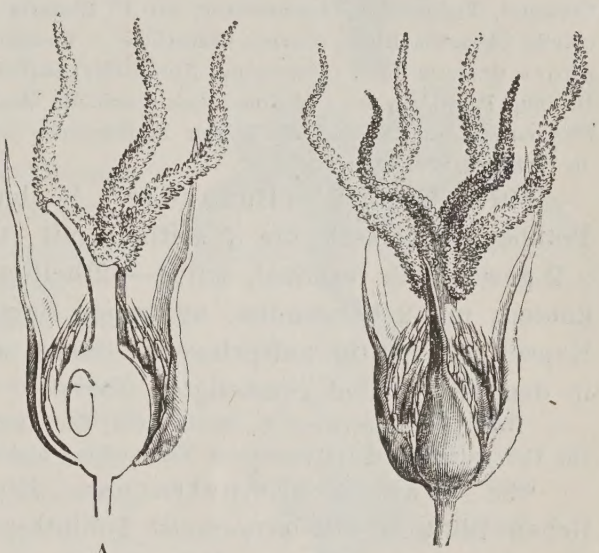
Fig. 331. A ♂ und B ♀ Blüthe von Croton Tiglium. Vergr. 6. Nach Berg u. Schmidt.

50. Ordnung. Tricoccae.

894. B meist 1- oder 2häusig, mit einfacher oder doppelter Blüthenhülle oder diese 0. Fruchtknoten oberständig, meist 3fächerig, in jedem Fache 1 oder 2 meist hängende, anatrope Samenknospen, die an der Spitze ein fleischiges Anhängsel (Caruncula) haben (Fig. 332 A). Griffel und Narben getrennt oder verwachsen. Frucht meist 3knöpfig, die Fächer häufig zur Reifezeit sich von einer bleibenden Mittelsäule elastisch ablösend. Same mit reichem Endosperm (S. 423, Fig. 263, 264). Keimling meist gerade.

895. (Fam. 1.) Euphorbiaceae. Vielgestaltige, fast stets mit scharfem Milchsafte versehene Pflanzen mit gegenständigen oder spiraligen Blättern, ohne oder mit hinfälligen Nebenblättern. B 1geschlechtig, in sehr verschiedenartigen Blüthenständen; P zuweilen auf Schuppen reducirt oder 0, gewöhnlich einfach, grünlich, unscheinbar, 2—6zählig, seltener vielblätterig; selten K + C vorhanden (Fig. 331 A). A 1—∞, oft verzweigt (S. 403, Fig. 243). G meist (3), 3fächerig, die Fächer 1—2eiig, die Samenknospen hängend, epitrop (Fig. 332 A), die Fächer zur Reifezeit sich von einer bleibenden Mittelsäule ablösend. 3500 Arten in Tropen und gemässigten Klimaten.

Fig. 332.



A B

I. **Stenolobeae.** Cotyledonen schmal, halbcylindrisch. Nur australische Gattungen.

II. **Platylobeae.** Cotyledonen breit und flach.

A. Fruchtknotenfächer mit 2 Samenknospen: Phyllantheae und Bridelieae.

B. Fruchtknotenfächer mit 1 Samenknospe: Crotoneae, Acalypheae (Mercurialis, Ricinus), Hippomaneae, Dalechampieae, Euphorbieae (Euphorbia).

Euphorbia: Die Blüthenstände sind cymöse Dolden, welche an den Spitzen ihrer Zweige eigenthümliche kleine, früher für ☿ Blüthen gehaltene Partial-Inflorescenzen tragen. Jede derselben wird als „Cyathium" bezeichnet und besteht aus einer glockigen Hülle (Involucrum), welche zwischen den 5 (4—8) Zipfeln ihres Saumes noch je eine grosse, fleischige, längliche bis halbmondförmige Drüse trägt (Fig. 330 A—C). Im Inneren der Hülle steht vor jedem Saumlappen eine Gruppe von 2—12 männlichen Blüthen zwischen verschieden gestalteten Deckblättchen, jede Blüthe auf 1 Staubgefäss reducirt, dessen Filament gegen den Blüthenstiel abgegliedert ist (Fig. 330 A, B). Die ♀ B steht einzeln im Centrum des Cyathiums auf langem, gewöhnlich überneigendem Stiele (Fig. 330 C); unter dem Fruchtknoten ist bisweilen ein rudimentäres P vorhanden.

Mercurialis: B 2häusig, selten 1häusig. ♂ B mit 3—4theiligem P und A 9—12 oder mehr. ♀ B mit 3—4theiligem P, 2—3 Staminodien und 1 Fruchtknoten mit 2 oder 3 Griffeln. Frucht 2- oder 3köpfig.

Fig. 333. A weibliche Blüthe und B solche halbirt von Ricinus communis Vergr. 2. Nach Baillon.

896. Wichtigere Arten sind:

Euphorbia resinifera Berg (Marokko), eine cactusartige Form, liefert ein officinelles Gummiharz (Euphorbium — Harz mit Euphorbon, Bassorin etc.). Hippomane Mancinella L., Manschinellbaum (Westindien), mit apfelähnlichen, sehr giftigen Früchten. Stillingia sebifera Michx. (China, Nordamerika) liefert Wachs. Caelebogyne ilicifolia Sm. (Australien) wird oft in Glashäusern cultivirt und ist durch Bildung von Adventiv-Embryonen ausgezeichnet (§ 752). **Hevea** guianensis Aublet (Siphonia elastica Pers.), H. brasiliensis u. a. A. liefern das meiste Kautschuk des Handels. Manihot utilissima Pohl (Jatropha Manihot L.), in Südamerika, besitzt in der starken, bis 30 Pfund schweren Wurzel sehr viel Stärke, welche als Cassavemehl (Tapioca, brasilianisches Arrow-root) ein wichtiges Nahrungsmittel ist; die frische Wurzel enthält dabei ein schnell tödtendes Gift, das durch Rösten entfernt wird. Ricinus communis L., in Asien heimisch, aber in den Tropen cultivirt, liefert in den Samen das officinelle Ricinusöl. Rottlera tinctoria Roxb. (tropisches Asien, Neuholland) besitzt auf den Früchten rothe Drüsen (und Sternhaare), die als „Kamala" (Glandulae Rottlerae — Harz, Rottlerin) officinell sind und ausserdem rothen Farbstoff liefern. Croton Tiglium L. (Tiglium officinale Kl.) aus Ostindien giebt aus den fettreichen Samen officinelles Crotonöl (enthält Crotonol, Tiglinsäure, Crotonsäure); von C. Eluteria Bennet (Bahama-Inseln) stammt die officinelle Cascarilla-Rinde (Cortex Cascarillae — Cascarillin, ätherisches Oel, Harz etc.). Crozophora tinctoria Juss. (Südeuropa, Nordafrika) enthält einen blauen Farbstoff. Die Arten der Gattung Phyllanthus zeichnen sich durch die blattartigen Zweige aus, an deren Rändern die Blüthen stehen, während die Blätter zu Schuppen reducirt sind. — 12 Arten aus 6 Gattungen in tertiären Schichten.

897. (Fam. 2.) Buxaceae. ♄ ohne Milchsaft. B in Aehren oder Trauben, monöcisch, die ♂ seitlich, mit 4theiligem P und A 4—30, die eine ♀ B gewöhnlich terminal, mit 4—12theiligem P und 2—3fächerigem Fruchtknoten, mit 2 hängenden, apotropen Samenknospen in jedem Fache. Die Kapsel fachspaltig aufspringend. Sonst wie die Euphorbiaceen. 31 Arten in den Tropen und gemässigten Zonen.

Buxus sempervirens L., Buchsbaum, Südeuropa, mit werthvollem Holze, das besonders zur Herstellung von Holzschnitten Verwendung findet. Häufig als Zierstrauch.

898. (Fam. 3.) Empetraceae. Kleine immergrüne ♄ mit nadelähnlichen Blättern und arm-(meist 1-)blüthigen Inflorescenzen in den Achseln der oberen Laubblätter. B 2—3zählig, polygam-diöcisch, monöcisch oder diöcisch. Fruchtknoten aus 3, 6 oder 9 Fruchtblättern, mit eben so vielen Fächern, in jedem Fache mit 1 aufsteigenden, apotropen Samenknospe. Steinfrucht. 4 in den gemässigten Zonen zerstreute Arten.

Empetrum nigrum L., Rauschbeere, auf norddeutschen Mooren häufig.

899. (Fam. 4.) Callitrichaceae. Untergetauchte oder auf dem Uferschlamme kriechende Kräuter mit gegenständigen, ungetheilten, nebenblattlosen Blättern. B achselständig, mit 2 weissen, häutigen Vorblättern (vgl. S. 351, Fig. 201), stets ohne P, die ♂ mit A 1, die ♀ mit einem G (2), mit 2 Griffeln, durch falsche Wände 4fächerig, jedes Fach mit 1 epitropen, hängenden Samenknospe, bei der Fruchtreife ohne bleibende Mittelsäule sich in 4 Nüsschen spaltend. 25 europäische und nordamerikanische Arten. — Callitriche.

51. Ordnung. Umbelliflorae.

B meist in Dolden, fast immer * und meist ☿, vollständig epigyn; K wenig entwickelt; A meist nur in einem episepalen Kreise. Auf dem meist 2fächerigen Fruchtknoten ein drüsiger Discus. Samenknospen in jedem Fache einzeln, hängend, anatrop. Same mit Endosperm.

900. (Fam. 1.) Cornaceae. Meist ♄ mit einfachen, meist gegenstän-

digen Blättern ohne Nebenblätter. B *, ♀ oder vielehig; die Blüthenstände manchmal mit einer aus 4 Hochblättern gebildeten, oft gefärbten Hülle. K (4). C 4, in der Knospe klappig. A 4. G $\overline{(2)}$, selten $\overline{(3)}$. Griffel un-

Fig. 334.

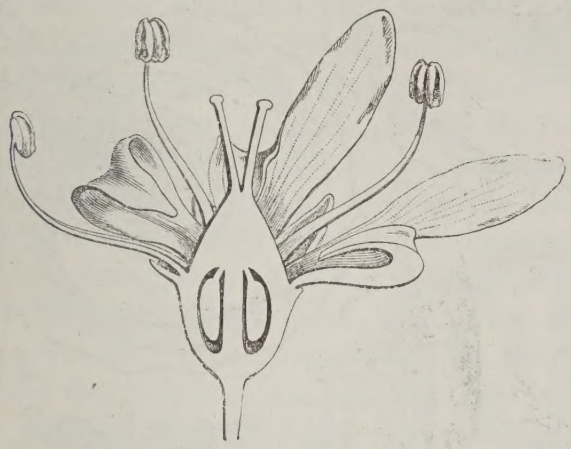
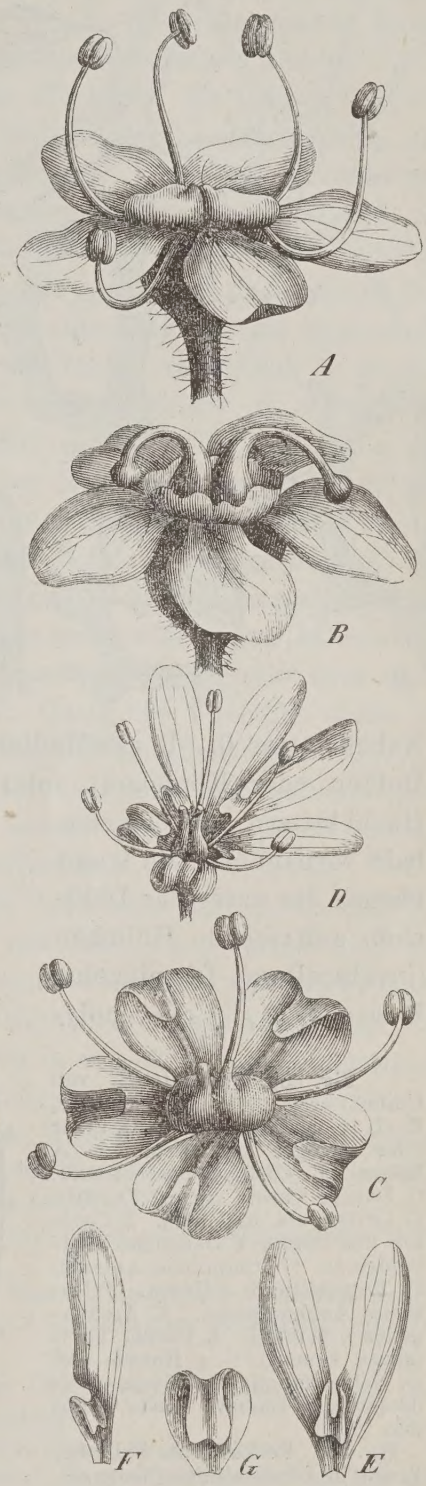


Fig. 333.



getheilt, mit kopfiger Narbe. Samenknospe apotrop. Steinfrucht 2-, oder durch Fehlschlagen 1fächerig. 80 meist der nördlichen gemässigten Zone angehörende Arten.

Cornus mas L., Kornelkirsche, liefert essbare Früchte und ein sehr hartes Holz. C. sanguinea L., Hartriegel, wild, doch auch oft in Gärten angepflanzt.

901. (Fam. 2.) Araliaceae. Meist Holzgewächse mit spiraligen, bisweilen nebenblattlosen, oft fieder- oder handförmig zusammengesetzten Blättern. B ☿, *. K (5—10). C 5—10, in der Knospe klappig, selten 0. A 5—10. G $\overline{(2—10)}$, die Griffel oft verwachsen. Samenknospe epitrop. Frucht eine Beere, in der oft einige Fächer fehlschlagen. 340 Arten in Tropen und gemässigten Klimaten.

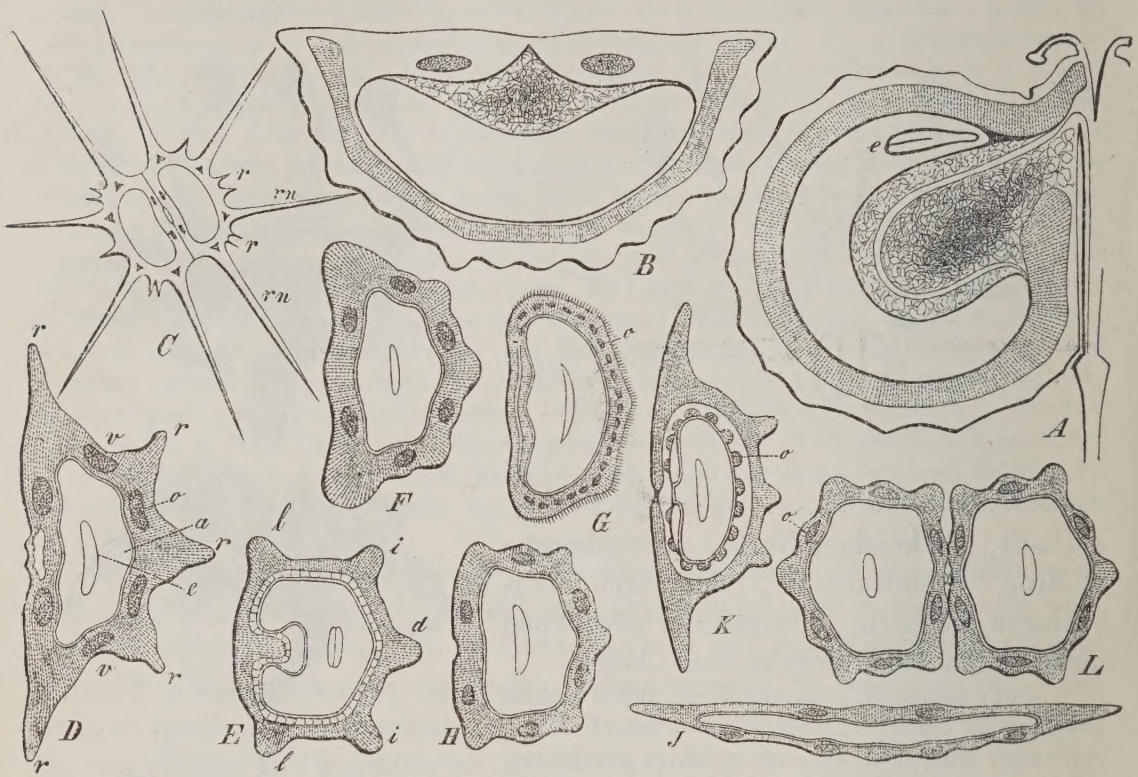
Hedera Helix L., Epheu, in unseren Wäldern wild, häufig als Mauerbekleidung. Aralia papyrifera Hook. (China), das schwammige Mark zur Papierbereitung; manche Arten der Gattung als Zierpflanzen. Panas Ginseng, Arzneipflanze der Chinesen, als Pentsao im Handel.

902. (Fam. 3.) Umbelliferae. Meist Kräuter, oft von bedeutender Höhe, gewöhnlich mit deutlich gegliederten Stengeln mit hohlen Internodien. Blätter in der Regel spiralig gestellt, mit stark entwickelter,

Fig. 333. A ♂ und B ♀ Blüthe von Ferula Asa foetida L. (Vergr. 10). C Blüthe von Carum Carvi L., von oben gesehen (Vergr. 10). D Randblüthe von Coriandrum sativum L. (Vergr. 4) und E—G die drei verschiedenen Kronblätter derselben. — Nach Schmidt u. Borszczow.
Fig. 334. Coriandrum sativum. Halbirte Blüthe, $^5/_1$.

stengelumfassender Scheide des Blattstieles, vorherrschend mehr oder weniger fiedertheilig, seltener einfach, die obersten oft mit sehr rudimentärer Spreite.

Fig. 335.



Nebenblätter 0. B gewöhnlich in zusammengesetzten, seltener in einfachen Dolden oder Köpfchen, unterhalb der Doldenverzweigung eine Hülle aus Hochblättern (involucrum bald vorhanden, bald 0 und ebenso das unter den Döldchen auftretende Hüllchen (involucellum). Die einzelne B * oder ↑, ☿ oder poly-

Fig. 335. Früchtchen von Umbelliferen, A im Längsschnitte, B—L in Querschnitten, alle mehr oder weniger vergrössert. — A Bifora. B Coriandrum sativum. C Daucus Carota (ganze Frucht). D Levisticum officinale. E Conium maculatum. F Oenanthe Phellandrium. G Pimpinella Anisum. H Petroselinum sativum. J Dorema Ammoniacum. K Archangelica officinalis. L Carum Carvi (ganze Frucht). — *r* Haupt- und *rn* Nebenrippen, *o* Oelgänge, *a* Endosperm, *e* Embryo (siehe weiter den Text).

Fig. 336. Peucedanum Palimba, Frucht im Längsschnitte (Vergr. 8), nach Baillon. *g* Griffel, *d* Griffelpolster, *o* Oelgang der Fruchtschale, *a* Endosperm, *e* Embryo, *c* Carpophorum.

Fig. 336.

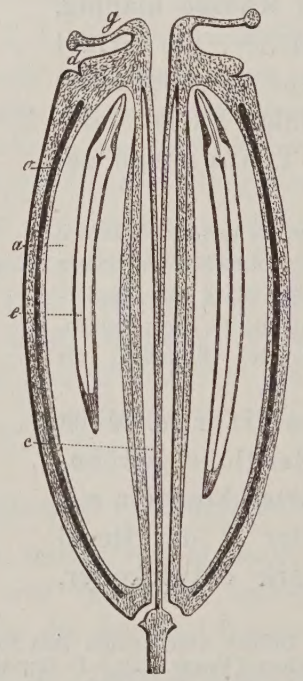


Fig. 337.

Fig. 337. Carum Carvi. Früchte $^{10}/_{1}$. Nach Baillon.

gam-monöcisch (Fig. 333 A, B), der Bautypus K 5, C 5, A 5, G $\overline{(2)}$. K meist sehr klein, aus 5 Zähnchen bestehend oder kaum angedeutet. C meist weiss oder röthlich, selten gelb oder blau, die Blätter ungetheilt oder ausgerandet, oft durch ein nach aufwärts eingebogenes Spitzchen scheinbar herzförmig, in der Knospe meist klappig, die in der Dolde nach aussen gewendeten Blättchen oft grösser (Fig. 333 D—G), oder die ganzen Randblüthen der Dolde grösser als die des Centrums (strahlende Dolde). A in der Knospe einwärts gebogen. Fruchtknoten 2fächerig, die beiden Carpelle vorn und hinten stehend. Griffel 2, ihre Basis drüsig angeschwollen und das Griffelpolster bildend. Samenknospe epitrop (Fig. 334). Frucht zuletzt in die beiden als Theilfrüchte frei werdenden Fächer zerfallend, die sich von einer stehen bleibenden, ungetheilten oder gabelig getheilten Mittelsäule (carpophorum — Fruchtträger) loslösen und an dieser noch einige Zeit hängen bleiben (Fig. 336, 337). Bau der Fruchtschale für die Systematik verwendet. Man unterscheidet an jeder Theilfrucht gewöhnlich 5 Rippen oder Hauptrippen (juga, vgl. Fig. 335), von denen 2 am Rande (juga lateralia), 3 auf dem Rücken (jugum dorsale in der Mitte und 2 links und rechts davon liegende j. intermedia) verlaufen; die der Mitte der Kelchblätter entsprechenden heissen juga carinalia, die unter der Grenze je zweier Kelchtheile liegenden juga suturalia. Die beiden Seitenrippen rücken oft auf die Berührungsfläche der Theilfrüchte, die Fugenseite (commissura), hinüber. Die zwischen den Rippen liegenden Vertiefungen heissen Thälchen (valleculae); in ihnen tritt oft eine Nebenrippe (jugum secundarium) auf, die sich nicht selten stärker als die Hauptrippen entwickelt. Unter den Thälchen sowie auf der Fugenseite liegen in der Fruchtwand gewöhnlich mit ätherischen Oelen gefüllte Gänge, die Oelstriemen oder Striemen (vittae). Same mit reichem Endosperm und kleinem Embryo (Fig. 336). Die Gestalt des Endosperms auf der Fugenseite verschieden und darnach 3 Unterfamilien unterschieden: — Orthospermae: Endosperm auf der Fugenseite flach oder convex; Campylospermae: Endosperm auf der Fugenseite mit einer Längsfurche oder mit eingebogenen Rändern, daher auf dem Querschnitte concav; Coelospermae: Endosperm auf der Fugenseite halbkugelig ausgehöhlt, daher auf Längs- und Querschnitt concav. — 1300 Arten, die meisten in der nördlichen gemässigten Zone, die Tropenbewohner nur in bedeutender Höhe.

903. Die deutschen Gattungen lassen sich in folgender Weise gruppiren:

I. Gruppe. Orthospermae. Endosperm auf der der Fugenseite der Frucht zugekehrten Seite fast oder vollkommen flach oder convex (Fig. 336; 335 C, F, H, L).

A. Dolden einfach und armblüthig, oder kopfförmig, oder unvollkommen zusammengesetzt. Thälchen ohne Oelstriemen.

1. *Unterfam. Hydrocotyleae.* Frucht von der Seite zusammengedrückt. Blumenblätter mit gerader oder kaum eingebogener Spitze. Meist nur 2 Rückenrippen entwickelt. Hydrocotyle.
2. *Unterfam. Saniculeae.* Frucht fast stielrund, die Oberfläche meist schuppig-faltig oder stachelig. Blumenblätter von der Mitte an zurückgebogen.
   a. Frucht fast kugelig, mit hakigen Stacheln bedeckt, Rippen 0: Sanicula.
   b. Frucht zuletzt seitlich schwach zusammengedrückt, glatt, mit fädlichen, schwach vortretenden Rippen. Hülle grossblätterig, grün: Hacquetia.
   c. Frucht etwas vom Rücken zusammengedrückt, die Rippen faltig-gezähnt. Hülle grossblätterig, bunt: Astrantia.
   d. Frucht ohne Rippen, schuppig oder knotig. Distelartige Pflanzen mit grossen, stechenden Hüllblättern: Eryngium.

B. Dolden regelmässig zusammengesetzt, äussert selten einfach (Dorema). Fruchtwand unter den Thälchen fast stets mit Striemen (1- oder mehrstriemig).

a. ***Früchtchen nur mit 5 Hauptrippen, ohne Nebenrippen.***

3. *Unterfam. Ammieae.* Frucht von der Seite zusammengedrückt und der eingezogenen Fugenseite wegen meist 2knotig. Rippen ungeflügelt.

* Kelchsaum undeutlich.

α. Blumenblätter ungetheilt.

0 Blumenblätter einwärts gebogen, gelb oder gelblich.

§ Blumenblätter der ♂ B lanzettlich, die der ♀ und ☿ eirund: Trinia.

§§ Alle B gleich.

† Blumenblätter gestutzt. Rippen scharf. Thälchen ohne oder mit 3 Striemen. Blätter einfach: Bupleurum.

†† Blumenblätter in ein eingebogenes Läppchen verschmälert. Rippen fadenförmig. Thälchen 1striemig (Fig. 335 H). Blätter fiederschnittig: Petroselinum.

00 Blumenblätter sternförmig ausgebreitet.

§ Blumenblätter rundlich. Frucht rundlich: Apium.

§§ Blumenblätter eiförmig. Frucht eiförmig oder länglich: Helosciadium.

β. Blumenblätter herzförmig, mit eingebogenem Läppchen, weiss. Rippen fadenförmig.

0 Fruchtträger nur an der Spitze getheilt.

§ Striemen 0. Blätter doppelt-3zählig: Aegopodium.

§§ Thälchen 1striemig (Fig. 335 L). Blätter abnehmend gefiedert: Carum.

00 Fruchtträger tief 2spaltig.

§ Thälchen 1striemig. Hüllchen ∞blätterig: Ammi.

§§ Thälchen mehrstriemig (Fig. 335 G). Hüllchen 0: Pimpinella.

** Kelchsaum 5zähnig. Blumenblätter mit eingebogenem Läppchen.

α. Thälchen 1striemig.

0 Frucht fast kugelig. Rippen flach. Endosperm auf der Fugenseite gewölbt. Hülle 0. Hüllchen ∞blätterig: Cicuta.

00 Frucht länglich. Rippen fadenförmig. Endosperm auf der Fugenseite flach. Hülle und Hüllchen ∞blätterig: Falcaria.

β. Thälchen 3striemig. Hülle und Hüllchen mehrblätterig.

0 Schenkel des Fruchtträgers mit der Theilfrucht verwachsen. Striemen unter der dicken Fruchtschale verborgen. Endosperm auf der Fugenseite gewölbt: Berula.

00 Schenkel des Fruchtträgers den Früchtchen angewachsen oder frei. Striemen oberflächlich. Endosperm auf der Fugenseite flach: Sium.

4. *Unterfam. Seselineae.* Frucht im Querschnitte kreisrund. Rippen fadenförmig oder geflügelt.

* Kelchsaum undeutlich. Fruchtträger 2theilig.

α. Thälchen 1striemig.

0 Endosperm auf der Fugenseite flach. Blumenblätter herzförmig, mit eingebogenem Läppchen, weiss.

§ Randständige Rippen etwas breiter, alle scharf gekielt. Hüllchen 3blätterig: Aethusa.

§§ Alle Rippen gleich, etwas geflügelt. Hüllchen ∞blätterig: Cnidium.

00 Endosperm auf der Fugenseite gewölbt. Blumenblätter rundlich, eingerollt, gelb. Rippen stumpf. Hüllchen 0: Foeniculum.

β. Thälchen mehrstriemig.

0 Rippen gleich oder fast gleich.

§ Griffel aufrecht: Athamantha.

§§ Griffel zurückgebogen.

† Blumenblätter elliptisch, beiderseits verschmälert, weiss: Meum.

†† Blumenblätter länglich-eiförmig, in ein eingebogenes Spitzchen verschmälert, gelblich: Silaus.

00 Rippen geflügelt, die randständigen doppelt so breit als die rückenständigen: Conioselinum.

** Kelchsaum 5zähnig. Thälchen meist 1striemig.

α. Fruchtträger fehlend. Endosperm auf der Fugenseite gewölbt (Fig. 335 F): Oenanthe.

β. Fruchtträger 2theilig. Endosperm flach.
0 Kelchzähne kurz, dick, bleibend: Seseli.
00 Kelchzähne pfriemenförmig, abfallend: Libanotis.

5. *Unterfam. Angeliceae.* Frucht vom Rücken zusammengedrückt. Die 3 Rückenrippen geflügelt oder fadenförmig, die Seitenrippen stets breit geflügelt, die Flügel beider Theilfrüchte von einander abstehend. Fruchtträger 2theilig. Endosperm auf der Fugenseite flach.
* Kelchsaum undeutlich. Thälchen 1- oder 2striemig. Fruchtschale sich nicht in Schichten trennend.
α. Rippen alle geflügelt.
0 Blumenblätter rundlich. Hülle ∞blätterig: Levisticum.
00 Blumenblätter verkehrt-eiförmig. Hülle meist 0: Selinum.
β. Rückenständige Rippen fadenförmig. Blumenblätter lanzettlich. Hülle meist 0: Angelica.
** Kelchsaum 5zähnig.
α. Blumenblätter verkehrt-herzförmig. Rückenrippen fadenförmig. Striemen versteckt: Ostericum.
β. Blumenblätter elliptisch. Rückenrippen dick, gekielt. Fruchtschale sich in eine innere vielstriemige und äussere Schicht trennend (Fig. 335 K): Archangelica.

6. *Unterfam. Peucedaneae.* Frucht vom Rücken zusammengedrückt. Rückenrippen meist fadenförmig. Früchtchen am Rande geflügelt, die Flügel beider Früchtchen flach an einander liegend, die Seitenrippen in den Flügel übergehend oder auf demselben. Seltener die Früchtchen von einem verdickten Rande umgeben. Fruchtträger 2theilig.
A. Thälchen 1- oder meist 3— ∞striemig: Ferula (mit Ferulago, Scorodosma).
B. Thälchen 1striemig.
* Fruchtränder geflügelt.
α. Seitenrippen am Grunde des Flügels.
0 Rückenrippen fadenförmig. Blumenblätter eiförmig, mit eingebogenem Spitzchen.
§ Kelchsaum undeutlich. Striemen der Fugenseite oberflächlich. Hülle 0 oder 1blätterig: Imperatoria.
§§ Kelchsaum 5zähnig.
† Striemen der Fugenseite oberflächlich: Peucedanum. (An diese Gattung schliesst sich Dorema, das sich vorzüglich durch die einfachen, zu grossen traubig-rispigen Gesammtinflorescenzen gruppirten Dolden auszeichnet.)
†† Striemen der Fugenseite unter der Fruchtschale versteckt: Thysselinum.
00 Rückenrippen scharf gekielt. Blumenblätter rundlich, eingerollt. Kelchsaum undeutlich: Anethum.
β. Seitenrippen auf dem Flügel, weit von den Rückenrippen entfernt, alle sehr zart.
0 Kelchsaum undeutlich. Blumenblätter rundlich, gestutzt, eingerollt, gelb. Hülle und Hüllchen 0 oder wenigblätterig: Pastinaca.
00 Kelchsaum 5zähnig. Blumenblätter eiförmig, mit eingebogenem Spitzchen, weiss. Hülle und meist auch Hüllchen ∞blätterig: Heracleum.
** Fruchtränder knorpelig verdickt, weiss. Kelchsaum 5zähnig. Seitenrippen unter dem Knorpelrande versteckt. Thälchen 1—3striemig: Tordylium.

b. *Früchtchen mit 5 Haupt- und 4 Nebenrippen.*

7. *Unterfam. Silerineae.* Die seitlichen Hauptrippen einen einfachen Rand bildend. Die Nebenrippen schwächer: Siler.

8. *Unterfam. Thapsieae.* Seitliche Hauptrippen auf der Fugenfläche. Aeussere Nebenrippen geflügelt, die inneren fadenförmig, oder alle geflügelt: Laserpitium.

9. *Unterfam. Daucineae.* Hauptrippen fadenförmig, mit Borsten besetzt, die seitlichen auf der Fugenseite. Nebenrippen stärker als die Hauptrippen, mit freien oder am Grunde zu einem Flügel verbundenen Stacheln besetzt (Fig. 335 C).
* Nebenrippen 1reihig stachelig: Daucus.
** Nebenrippen mit 2—3 Stachelreihen: Orlaya.

II. Gruppe. Campylospermae. Endosperm auf der Fugenseite mit einer tieferen Längsfurche, die Ränder einwärts gebogen oder gerollt (Fig. 335 E).

A. Früchtchen mit 5 Haupt- und 4 Nebenrippen.

10. Unterfam. Caucalineae. Frucht von der Seite zusammengedrückt oder fast stielrund. Hauptrippen fadenförmig, die Seitenrippen auf der Fugenseite. Nebenrippen stärker, mit Stacheln besetzt, oder wegen der die ganzen Thälchen bedeckenden Stacheln undeutlich.

* Früchtchen mit 4 stacheligen Rippen. die Stacheln 1—2reihig: Caucalis.

** Früchtchen mit 7 stacheligen Rippen, die Stacheln 2—3reihig: Turgenia.

*** Früchtchen auf dem ganzen Rücken dicht stachelig, mit 3 dazwischen liegenden Borstenreihen: Torilis.

B. Früchtchen nur mit 5 Hauptrippen.

11. Unterfam. Scandiceae. Frucht meist geschnäbelt, von der Seite deutlich zusammengedrückt. Rippen fadenförmig, zuweilen geflügelt, manchmal nur am Schnabel deutlich vortretend.

* Schnabel länger als die übrige Frucht. Rippen stumpf. Thälchen 1striemig. Fruchtträger fast ungetheilt: Scandix.

** Schnabel kürzer als die übrige Frucht.

α. Rippen nur am Schnabel deutlich. Thälchen ohne oder mit undeutlichen Striemen. Fruchtträger kurz 2spaltig: Anthriscus.

β. Rippen an der ganzen Frucht deutlich.

0 Rippen stumpf. Thälchen 1striemig. Fruchtträger kurz 2spaltig: Chaerophyllum.

00 Rippen scharf, hohl. Thälchen ohne Striemen. Fruchtträger bis fast zur Mitte 2spaltig: Myrrhis.

12. Unterfam. Smyrneae. Frucht aufgetrieben, ungeschnäbelt, meist von der Seite zusammengedrückt.

* Rippen wellig gekerbt, nicht hohl. Thälchen ohne Striemen: Conium.

** Rippen gedunsen, innen hohl. Thälchen 1—3striemig: Pleurospermum.

III. Gruppe. Coelospermae. Endosperm auf der Fugenseite ausgehöhlt bis fast halbkugelig, daher auf Quer- und Längsschnitt mehr oder weniger stark convex (Fig. 335 A, B).

13. Unterfam. Coriandreae. Frucht kugelig oder 2knotig. Hauptrippen flach, geschlängelt oder selbst furchenförmig, Nebenrippen stärker vorragend: Coriandrum.

904. Die Familie enthält ziemlich viele Nutzpflanzen, deren wichtigste folgende sind:

Officinell sind die Früchte und die daraus gewonnenen ätherischen Oele von Pimpinella Anisum L., Anis, aus Südeuropa (Fructus Anisi vulgaris — Anethol); Carum Carvi L. Kümmel (Fructus Carvi — Carvol, Carven); Foeniculum capillaceum Gilibert (F. officinale All.), Fenchel (Fructus Foeniculi — Anethol); Oenanthe Phellandrium Lam., Wasserfenchel (Fructus Phellandrii — ätherisches Oel). Officinelle Wurzeln liefern Pimpinella Saxifraga L. und P. magna L., Bibernelle (Radix Pimpinellae — ätherisches Oel, Harz); Archangelica officinalis Hoffm., Engelwurz (Radix Angelicae — ätherisches Oel, Hydrocarotin, Angelicasäure, Angelicawachs etc.); Levisticum officinale Koch, Liebstöckel, Südeuropa (Radix Levistici — ätherisches Oel, Harz, Aepfelsäure etc.). Von Conium maculatum L., Schierling, ist das Kraut officinell (Herba Conii maculati — Coniin). Officinelle Gummiharze liefern die im Oriente heimischen Ferula galbaniflua Boissier et Buhse (F. erubescens Boiss. part.: Galbanum — Umbelliferon), Dorema Ammoniacum Don (Ammoniacum), Ferula Asa foetida L. (F. Scorodosma Benth. et Hook.) und F. Narthex Boiss. (Narthex Asa foetida Falconer) liefern die Asa foetida, Stinkasant, Teufelsdreck, mit Ferulasäure, Umbelliferon. Als Küchen- und Gewürzpflanzen werden ausser Petersilie (Petroselinum sativum Hoffm., Südeuropa — Fructus Petroselini sonst auch officinell), Kümmel, Fenchel, Anis und Coriander noch gebaut: Apium graveolens L., Sellerie; Anethum graveolens L., Dill (Orient); Pastinaca sativa L., Pastinake; Daucus Carota L., Möhre; Anthriscus Cerefolium Hoffm., Kerbel (Südeuropa); Coriandrum sativum L., Koriander (Südeuropa). Als Giftpflanzen sind bekannt: Aethusa Cynapium L., Hundspetersilie; Cicuta virosa L., Wasserschierling und Conium maculatum L., gefleckter Schierling. Asiatische Arten von Heracleum, Bärenklau, werden ihrer Grösse wegen oft als Zierpflanzen cultivirt.

52. Ordnung. Saxifraginae.

905. B meist ☿ und ✳, epi-, peri- oder hypogynisch in allen Zwischenstufen, die Kreise meist 5zählig. A in 2 Kreisen obdiplostemonisch, selten

durch Unterdrückung wenigerzählig, oder ∞. G mit C gleich- oder minderzählig bis auf 2 Carpelle (selten 1), ganz oder nur in der oberen Hälfte apocarp, selten vollständig syncarp, mit 1—∞ anatropen Samenknospen. Griffel gewöhnlich frei. Same meist mit Endosperm. Keimling meist gerade.

906. (Fam. 1.) **Crassulaceae.** Meist Kräuter mit spiraligen, ungetheilten, meistens fleischigen und saftreichen, seltener lederartigen Blättern ohne Nebenblätter. Blüthenstand trugdoldig oder wickelig. B *, meist ☿, 3—30zählig, bisweilen hypogyn. K in der Knospe dachig. C in der Knospe meist gedreht, ihre Blätter dem Grunde des K eingefügt. A meist doppelt so viele als Blumenblätter, seltener nur einfache Zahl, selten unter sich verwachsen. Carpelle epipetal, meist frei (apocarp), oft mit dorsalen Schüppchen. Früchte meist Balgkapseln. Samen meist ∞, klein, feilspanartig, ohne oder mit spärlichem Endosperm. 400 in gemässigten und warmen Klimaten vorkommende Arten.

I. B 2häusig, mit 4gliederigen Kreisen, die ♂ mit A 8, die ♀ mit G 4: Rhodiola.
II. B ☿.
1. A meist 4.
a. B 3—4gliederig. Früchte 2samig: Tillaea.
b. B stets 4gliederig. Früchte mehrsamig: Bulliarda.
2. A 5. G 5: Crassula.
3. A 10, selten 12—14 oder nur 8. G 4—5, selten 6: Sedum.
4. A 12—40. K und C 6—30gliederig. G 6—30: Sempervivum.

Bryophyllum calycinum Salisb. (Molukken), häufige Zierpflanze, deren Blätter an den Rändern zahlreiche Brutknospen entwickeln. Arten der Gattung Echeveria häufig in Gewächshäusern. — 1 Sedum aus dem Tertiär bekannt.

907. (Fam. 2.) **Saxifragaceae.** Meist Kräuter, seltener ♄ oder ♄. Blätter spiralig, quirlig oder gegenständig, ungetheilt oder getheilt, meist ohne Nebenblätter. B gewöhnlich in cymösen Inflorescenzen, meist *, ☿, seltener eingeschlechtig oder vielehig, (4—)5zählig (seltener 3—12zählig), hypo-, epi- oder perigynisch. K 5; C 5, selten 0; A 5 + 0 oder meist 5 + 5, selten ∞, oft auch Staminodien. G (2—5), unter-, ober- oder halboberständig, die Carpelle oft an der Spitze getrennt. Griffel stets getrennt. Ein die C und das A tragender Discus im Grunde des K meist vorhanden. Endosperm meist reichlich vorhanden. Bis 1600 Arten in allen Zonen, doch am zahlreichsten in den gemässigten.

I. **Saxifrageae.** Kräuter mit meist wechselständigen, oft grundständige Rosetten bildenden Blättern. B meist 5gliederig, kurz perigyn bis fast epigyn, * oder selten ↑. A 5 + 5, selten die epipetalen Glieder 0. Fruchtknoten 1—3-, meist 2fächerig, oben apocarp. Kapsel. — Saxifraga: K (5), C 5, A 10. Kapsel 2fächerig, durch die 2 bleibenden Griffel geschnäbelt, zwischen denselben mit einem Loche aufspringend. — Chrysosplenium: K (4), C 0, A 8. Kapsel 1fächerig, 2schnäbelig, bis zur Mitte mit 2 Klappen aufspringend.

II. **Parnassieae.** Kräuter mit grundständiger Blattrosette. B einzeln gipfelständig, kurz perigyn. A 5. Die 5 vor der C stehenden Staubgefässe zu schuppenförmigen, am Rande drüsig gewimperten Staminodien umgebildet. G (3—4), 1fächerig, mit wandständigen Placenten. Kapsel. — Parnassia palustris L. auf Moorwiesen.

III. **Francoaceae.** Kräuter. B 4zählig, kurz perigyn. G 4—8, mit Staminodien wechselnd. Fruchtknoten 4fächerig. Kapsel. — Chile.

IV. **Hydrangeae.** ♄ mit einfachen, meist gegenständigen Blättern. B fast völlig epigyn. A 8—12. Fruchtknoten 3—5fächerig. Kapsel oder Beere. — Asien und Amerika. — Hydrangea hortensis Sm., Hortensie, bekannte Zierpflanze aus China und Japan. H. arborescens L., Zierstrauch aus Nordamerika.

V. **Escallonieae.** ♄ oder ♄ mit spiralig gestellten Blättern. B vollständig epigyn. Kronstaubfäden 0. G 1—7fächerig. Kapsel oder Beere. Südliche Halbkugel.

VI. **Cunonieae.** ♄ oder ♅ mit gegenständigen Blättern und Nebenblättern. — Südliche Hemisphäre.

VII. **Philadelpheae.** ♄ mit gegenständigen Blättern ohne Nebenblätter und 4—5gliederigen B mit obdiplostemonem A oder A ∞. B epigyn. Kapsel. — Philadelphus coronarius L., wilder Jasmin. Zierstrauch aus dem südlichen Europa; oft verwildert. Deutzia scabra Thbg., Zierstrauch aus Japan; D. gracilis Sieb. et Zucc., Zierstrauch aus China und Japan.

VIII. **Ribesiaceae** (Grossulariaceae). ♄ mit spiralig stehenden, gestielten, handförmig gelappten, in der Knospe fächerartig gefalteten Blättern. B häufig in Trauben, ✻, ☿ oder durch Fehlschlagen eingeschlechtig. K 5, meist ansehnlich und gefärbt; C 5, meist klein, unansehnlich und grünlich, beide in der Knospe dachig. A 5. G (2), 1fächerig, mit ∞ wandständigen, anatropen Samenknospen. Beerenfrucht. 56, vorzüglich der nördlichen gemässigten Zone angehörende Arten. — Ribes, Johannis- und Stachelbeere. R. rubrum L., Johannisbeere und R. grossularia L., Stachelbeere, werden in vielen Varietäten der Früchte wegen cultivirt. R. nigrum L., schwarze Johannisbeere, seltener gebaut, aber häufig wild. R. aureum Pursh, R. sanguineum Pursh u. a. nordamerikanische Arten als häufige Ziersträucher. — Im Tertiär sind 20 Arten der Familie bekannt.

908. (Fam. 3.) Hamamelideae (einschliessslich der Balsamifluae). ♄ und ♅ mit meist wechselständigen, einfachen oder handförmig-gelappten Blättern und abfallenden Nebenblättern. B meist in kugeligen Kätzchen, ☿ oder eingeschlechtig, die ♂ bisweilen nackt, sonst alle meist 4—5zählig, doch die C oft auf Schüppchen reducirt oder 0. A 4—∞, alle oder theilweise fruchtbar. G (2), die Carpelle bisweilen im oberen Theile frei, der Fruchtknoten 2fächerig mit je 1 hängenden Samenknospe (Hamamelideae), oder mit 6—∞ Samenknospen auf axillärer Placenta (Balsamifluae). Kapsel; Same mit Endosperm und geradem Embryo. Ca. 30 Arten in den wärmeren Klimaten Asiens, Südafrikas u. Nordamerikas.

Hamamelis virginica L. (Nordamerika), mit essbaren Samen, bei uns manchmal in Gärten cultivirt. Liquidambar styraciflua L. (Nordamerika) lieferte die früher officinelle Ambra liquida, L. orientale L. (Orient) giebt aus der frischen Rinde Styrax liquidus (Styrol, Storesin, Styracin, Zimmtsäure, Benzoësäure).

53. Ordnung. Opuntinae.

909. B epigyn, mit C ∞, A ∞ und oft auch K ∞, alle Theile meist spiralig. Placenten wandständig. — Verwandtschaft zweifelhaft. Nur 1 Familie:

Cactaceae. Sehr mannigfaltig und eigenthümlich gestaltete Pflanzen mit fleischigen, saftreichen, häufig gegliederten Stämmen, deren Blätter fast stets zu Stacheln verkümmert, sehr selten ausgebildet sind. B ☿, meist ✻, seltener ↑. K und C ∞, meist spiralig und ohne scharfe Grenze. A ∞. (G $\overline{3-\infty}$), 1fächerig, mit 3 oder mehr wandständigen Placenten, die Samenknospen anatrop. Beerenfrüchte mit meist endospermhaltigen Samen und geradem oder gekrümmtem Keimling. 1000 (?) Arten, sämmtlich im tropischen Amerika heimisch, in der alten Welt nur eingewandert.

Zahlreiche Arten der Gattungen Mamillaria, Melocactus, Echinocactus, Cereus, Epiphyllum, Phyllocactus, Opuntia etc. sind Zierpflanzen. Cereus grandiflorus Mill. (Westindien) gewöhnlich als „Königin der Nacht" cultivirt. Die Stämme von C. giganteus Engelm. (Neumexiko) erreichen die Höhe von 40—60 Fuss bei 3 Fuss Umfang. Opuntia Ficus indica Mill., indianische Feige (Südamerika), wird der essbaren Früchte wegen gebaut und dient nebst anderen Arten (O. vulgaris Mill., O. coccinellifera Mill. etc.) zur Zucht der auf ihnen lebenden Cochenille-Schildlaus (Coccus Cacti L.).

54. Ordnung. Passiflorinae.

B *, hypogyn durch perigyn bis epigyn. K, C und A meist 5zählig, der K meist dachig, die A in 1 oder 2 Kreisen oder ∞. G in der Regel (3), 1fächerig, mit wandständigen Placenten. Die ganze Gruppe kaum natürlich.

910. (Fam. 1.) Passifloraceae. Meist kletternde Halbsträucher mit spiralig stehenden, einfachen oder gelappten, oft handförmig getheilten Blättern, mit Nebenblättern und Zweigranken. B ansehnlich, ☿, *, meist 5zählig. K 5, mit der C 5 am Grunde verwachsen. A 5, sammt dem G (3) von einer säulenförmigen Verlängerung der Blüthenaxe emporgetragen. Zwischen C und A meist ein vielstrahliger Kranz von fädigen, blumenartig gefärbten Anhängseln (Discus). Samenknospen anatrop. Frucht meist beeren-, seltener kapselartig. 250 tropische, besonders amerikanische Arten.

Mehrere Arten der Gattung Passiflora, Passionsblume, sind Zierpflanzen (P. coerulea L., P. quadrangularis L. etc.). Die Früchte mancher Arten werden in der Heimath gegessen.

911. (Fam. 2.) Papayaceae. Milchsaft führende ♄ mit nur an der Spitze des Stammes spiralig stehenden, lang gestielten, grossen, handförmigen Blättern ohne Nebenblätter. B diöcisch oder monöcisch. Bei den ♀ B die C 5, bei den ♂ aber C (5). A 10. G 1- oder 5fächerig. Beerenfrucht von bedeutender Grösse. 25 tropische, amerikanische Arten.

Carica Papaya L., Melonenbaum, wird seiner wohlschmeckenden, melonenartigen Früchte wegen in den Tropen cultivirt. Der Milchsaft besitzt wegen des in ihm enthaltenen Papayacin pepsinartige Wirkung.

912. (Fam. 3.) Begoniaceae. Saftreiche Kräuter oder Halbsträucher von zweifelhafter Verwandtschaft, der Stengel meist knotig gegliedert oder auch verkürzt. Blätter meist abwechselnd, stets ungleichhälftig, meist ganz, zuweilen handförmig gelappt, mit hinfälligen Nebenblättern. B meist monöcisch. P aus 2—8 corollinischen Blättchen gebildet. A der ♂ B ∞, dicht gedrängt, frei oder verwachsen. G der ♀ B $\overline{(2-3)}$, 2—3fächerig, mit ∞ anatropen Samenknospen im Innenwinkel der Fächer. Kapsel meist 2—3flügelig, 2—3fächerig. Samen ohne Endosperm, mit geradem Embryo. 350 tropische Arten, vorzüglich in Amerika und Asien.

Viele Arten der Gattung Begonia, Schiefblatt, sind Zierpflanzen; am bekanntesten sind B. Rex (Ostindien), B. manicata, B. argyrostigma (Brasilien), B. discolor (China) etc.

55. Ordnung. Myrtiflorae.

913. Blätter meist gegenständig, seltener spiralig oder quirlig. B meist ☿ und *, epigyn oder perigyn, 4—5- (seltener 2—16-)zählig, mit klappigem K, das A meist diplo- oder obdiplostemonisch oder durch Spaltung der Glieder oft ∞. G (2—∞), meist mehrfächerig, mit centralen Placenten und ∞ anatropen, meist horizontalen Samenknospen.

914. (Fam. 1.) Onagraceae (Oenothereae). Kräuter oder ♄ mit gegenständigen oder spiraligen, meist einfachen, nebenblattlosen Blättern. B theils achselständig und einzeln, theils endständig in Trauben und Rispen, *, ☿. K (4); C 4, in der Knospe rechts gedreht, abfallend; A 4 oder 4 + 4, die Antheren mit Längsspalten aufspringend, ihr Pollen durch Viscinfäden zusammenhängend. G $\overline{(4)}$, 4fächerig, mit ∞ Samenknospen, verwachsenen Griffeln und häufig 4lappiger Narbe. B auch 2- oder 5zählig. Frucht

eine Kapsel, seltener Beere oder Nuss. Endosperm 0. Embryo gerade. 300 Arten, die meisten in gemässigten Klimaten, viele in Nordamerika.

I. **Onagreae.** Kelchröhre über dem Fruchtknoten verlängert, der freie Theil mit dem 4theiligen Saume abfallend. A 8. Kapsel durch Mitteltheilung der Fächer aufspringend.

Epilobium: Griffel fadenförmig, mit 4 kreuzweise abstehenden, zusammenneigenden oder verschmolzenen Narben. Kapsel linealisch, ∞samig. Same mit Haarschopf.

Oenothera: Kapsel unten dicker. Same ohne Haarschopf. Sonst wie Epilobium.

II. **Jussieuae.** Kelchröhre nicht verlängert. K (3—5), bleibend. A doppelt so viele als Kelchzipfel. Kapsel durch Wandtheilung aufspringend.

Isnardia: K (4). C 4 oder 0. A 4. Narbe kopfig.

III. **Circaeeae.** Kelchröhre ein wenig über den Fruchtknoten verlängert. Kelchsaum 2—4spaltig, abfallend. Frucht nussartig.

Circaea: K (2), C 2, A 2. G 1- oder 2fächerig, Fächer 1samig.

IV. **Hydrocarya** (Trapeae). Die Gattung Trapa: C und A 4, einem ringförmigen Wulste am Grunde des freien Theiles des nur halb unterständigen Fruchtknotens entspringend. Narbe kopfförmig. Nuss mit 4 aus den Kelchzipfeln entstehenden harten Stacheln. Blätter rhombisch, in einer schwimmenden Rosette am Ende des Stengels. — 4 tertiäre Arten.

Oenothera biennis L., Nachtkerze, aus Nordamerika stammend, vielfach jetzt in Europa wild; die Wurzeln werden manchmal gegessen. Manche andere Arten der Gattung, sowie der Gattungen Clarkia, Gaura, Godetia u. s. w. als Gartenzierpflanzen. Viele Arten der beerentragenden Gattung Fuchsia in zahlreichen Spielarten als Topfpflanzen cultivirt.

915. (Fam. 2.) Halorrhagidaceae. Wasserpflanzen. B *, ☿ oder monöcisch oder polygam, nach dem Typus K 4; C 4 oder 0; A 4 oder 4 + 4, G $\overline{(4)}$, meist 4fächerig mit je 1 hängenden Samenknospe und getrennten Griffeln. Same mit Endosperm. 65 Arten in gemässigten und warmen Klimaten.

Myriophyllum: B einhäusig. ♂ B: K (4). C 4, hinfällig. A 8. — ♀ B: K (4), kleiner als bei der ♂; 4 sehr grosse, bleibende Narben. Steinfrucht saftlos, in 4 einsamige Früchtchen zerfallend. Blätter quirlig, kammartig-fiedertheilig, mit haarförmigen Abschnitten. — Myriophyllites mit 1 Art im Tertiär.

916. (Fam. 3.) Hippurideae. Auftauchende Wasserpflanzen mit quirlig gestellten einfachen Blättern. B in den Blattachseln, ☿, mit undeutlichem, oberständigem P, 1 vorne stehenden Staubgefässe und 1 hinten stehenden, 1fächerigen Fruchtknoten aus 1 Carpellblatte, mit 1 Griffel und 1 hängenden, anatropen Samenknospe. Frucht nussartig. 2 Arten. Auch mit voriger Familie vereinigt. — Hippuris vulgaris L., Tannenwedel.

917. (Fam. 4.) Rhizophoraceae. ♄ oder ♄ mit Luftwurzeln und meist gegenständigen, einfachen Blättern und hinfälligen Nebenblättern. B einzeln oder in meist rispigen Blüthenständen in den Blattachseln, meist ☿, *. K (3—14); C 3—14, dem Kelchsaume eingefügt, kürzer als dieser. A gewöhnlich ∞. G meist unterständig und 2—5fächerig, jedes Fach mit 1—2 hängenden Samenknospen. Samen mit oder ohne Endosperm. 50 tropische, Uferwälder bildende Arten, den allgemeinen Namen „Mangroven" führend. Bei den echten Rhizophoreen (Rhizophora, Kandelia etc.) durchbricht die sich weiter entwickelnde Radicula des Embryo die Spitze der Frucht schon zu einer Zeit, wo diese noch am Baume hängt und erreicht oft bedeutende Länge, ehe letztere abfällt (§ 754).

918. (Fam. 5.) Lythraceae. Kräuter, ♄ oder ♄ mit gegenständigen oder spiraligen, ungetheilten Blättern ohne Nebenblätter. B ☿, meist *, perigyn, ihr Typus: K (6), häufig mit Zähnchen zwischen den Zipfeln, bleibend; C 6, in der Knospe geknittert, selten 0. A 6 oder 6 + 6, oft von ungleicher

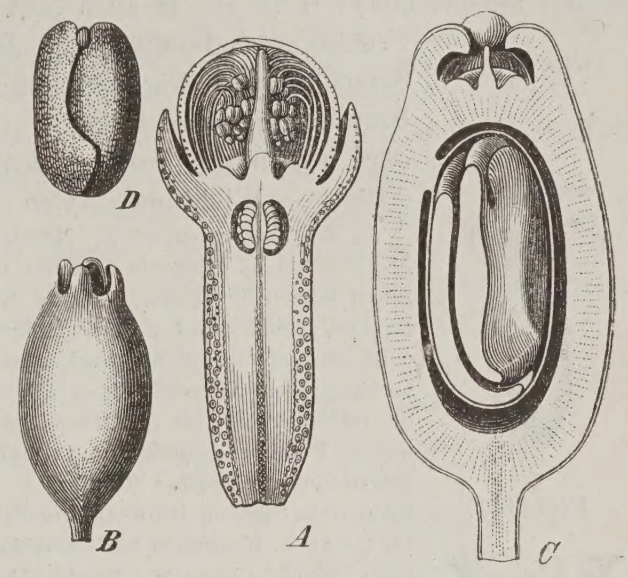
Länge, manchmal theilweise steril oder unterdrückt; G (1—6), mehrfächerig, mit ∞ Samenknospen und einfachem Griffel. B auch 3—16zählig. Kapsel zuweilen durch das Schwinden der Scheidewände einfächerig. Samen ohne Endosperm. 300 in wärmeren und gemässigten Zonen heimische Arten.

Lythrum: B 4- (oder bei unseren Arten) 6zählig. Blumenblätter am oberen Rande der trichterförmig-cylindrischen Kelchröhre eingefügt, die A in der Mitte der Kelchröhre oder tiefer. Kapsel 2fächerig, durch Mitteltheilung der Fächer aufspringend oder unregelmässig zerreissend. Vgl. § 741.

Peplis: B 5- (oder bei unserer Art) 6zählig. C und A 5—6, dem oberen Rande der glockenförmigen Kelchröhre eingefügt. Kapsel 2fächerig, unregelmässig zerreissend.

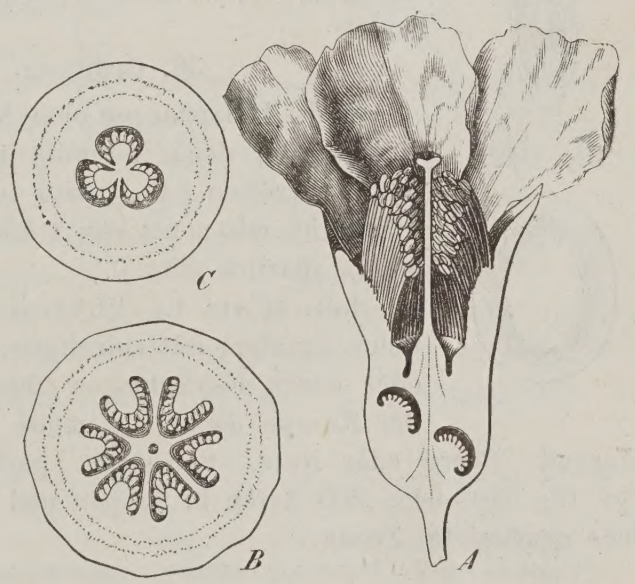
Arten der Gattung Cuphea (Mexiko) oft als Zierpflanzen. Physocalymna floribunda Pohl (Brasilien) liefert das rosafarbene Rosenholz.

Fig. 338.



919. (Fam. 2.) Melastomaceae. Meist ☿ oder ☿ mit meist gegenständigen, nebenblattlosen Blättern mit 3—9 durch parallele Queradern verbundenen Nerven. B ☿, *, peri- bis epigyn, meist in Trauben oder Rispen, 3—10-zählig (meist 5—6), der K mit klappiger, die C mit gedrehter Knospenlage. A in 2 Kreisen, die Antheren auf der Spitze mit Poren aufspringend. G meist 2—∞-fächerig, mit meist ∞ Samenknospen, die Carpelle episepal. Endosperm 0. 1800 tropische, besonders südamerikanische Arten. — 5 tertiäre Arten.

Fig. 339.



920. (Fam. 3.) Myrtaceae. ☿ und ☿ mit meist gegenständigen, seltener abwechselnden, ein-

Fig. 338. Eugenia caryophyllata Thbg. A Blüthenknospe halbirt, Vergr. 3 B Frucht in natürl. Grösse und C solche halbirt mit Same und Embryo, vergr. D Embryo, natürl. Gr.

Fig. 339. Punica Granatum. A Blüthe im Längsschnitte, nat. Gr. B Querschnitt aus dem oberen und C aus dem unteren Stockwerke des Fruchtknotens.

fachen, meist ganzrandigen, immergrünen, häufig von Oeldrüsen durchsichtig punktirten, nebenblattlosen Blättern. B *, ☿; bald einzeln achselständig, bald in Aehren, Trauben, Rispen oder Köpfchen, ihr Typus: K 4; C 4 in der Knospe deckend; A ∞ durch Verzweigung aus einer mit der C gleichen Anzahl von Primordien, die Glieder dann oft bis zum Grunde frei oder mehr oder weniger hoch zu Bündeln vereinigt, die Antheren mit Längsspalten aufspringend; G $\overline{(2-4)}$. B auch 5zählig, zuweilen nur perigynisch. Fruchtknoten 1—6fächerig, die Fächer mit 1 oder mehreren Samenknospen (Fig. 338, 339; S. 513). Frucht kapsel- oder beerenartig. Endosperm 0 (Fig. 338 C). Embryo gerade oder gekrümmt, bei Punica spiralig. 1800 meist tropische Arten. — Wichtigere Arten sind folgende:

Fig. 340.

Fig. 341.

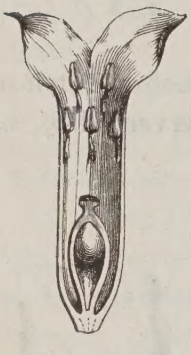


Fig. 342.

Myrtus communis L., Myrthe, Südeuropa, als Zierstrauch cultivirt. M. Pimenta L. (Eugenia Pimenta DC.), Westindien, liefert in den unreifen Beeren den Piment-Pfeffer. Eugenia caryophyllata Thbg. (Caryophyllus aromaticus L., Gewürznelkenbaum — Molukken, in den Tropen cultivirt) liefert in den getrockneten Blüthenknospen die auch officinellen Gewürznelken (Caryophylli — ätherisches Oel, Eugenol, Caryophyllin), die reifen Früchte als „Mutternelken" (Anthophylli) in den Handel kommend. Psidium pomiferum L. und P. pyriferum L. (tropisches Amerika) liefern essbare Früchte (Guajavae). Metrosideros vera Rumph. (Molukken) mit festem Holze (Eisenholz). Melaleuca Leucadendron L. und M. minor L. (Ostindien und Molukken) liefern aus Blättern und Zweigen das officinelle Cajeputöl. Bertholletia excelsa HBK.: die Samen sind die essbaren, ölreichen, aus Brasilien kommenden „Paranüsse". Punica Granatum L., Granatapfel (Südeuropa), zeichnet sich dadurch aus, dass der Fruchtknoten ein oberes Stockwerk aus 6 Fächern mit wandständigen und ein unteres aus 3 Fächern mit axillären Placenten besitzt (Fig. 339 B, C); officinell ist die Wurzelrinde (Cortex radicis Granati — Granatgerbsäure, Pelletierin); Früchte essbar. — Aus dem Tertiär 48, aus der Kreide 2 Arten bekannt.

56. Ordnung. Thymelinae.

Meist Holzpflanzen ohne Nebenblätter. K röhrig, corollinisch oder doch inwendig gefärbt. C meist 0. A in 1 oder 2 Kreisen. G $\underline{1}$, frei im Grunde des Receptaculums, 1fächerig, mit meist nur 1 anatropen Samenknospe. Endosperm spärlich oder 0.

921. (Fam. 1.) Thymelaeaceae. Holzgewächse, seltener Kräuter, mit spiraligen, ungetheilten Blättern. B ☿, oder durch Fehlschlagen 2häusig, *. K (4), selten (5), in der Knospe dachig; C meist 0. A 4 + 4. Samenknospe hängend. Beere oder Nuss. Same mit spärlichem oder ohne Endosperm. Vgl. Fig. 340—342. 300 Arten in Tropen und gemässigten (besonders nördliche gemässigte) Zonen.

Daphne: B ☿. P gefärbt, abfallend. Beerenfrucht. — Passerina (Thymelaea): B ☿ oder eingeschlechtig. P meist ungefärbt, bleibend und die Nuss einschliessend. — Daphne Mezereum L., Kellerhals, Seidelbast; die Rinde officinell (Cortex Mezerei — Daphnin, Harz etc.).

922. (Fam. 2.) Elaeagnaceae. Holzgewächse, oft mit dornigen

Fig. 340. Daphne Mezereum, Blüthe (Vergr. 2) und Fig. **341** solche halbirt. Fig. **342** Frucht von Daphne im Längsschnitte (Vergr. 2).

Zweigen, die jungen Aeste und Blätter mit silberweissen oder rostfarbenen, sternartigen Schuppen dicht besetzt. Blätter spiralig oder gegenständig, einfach. B *, ♀, diöcisch oder vielehig. K (2 oder 4). C 0. A 4 oder 5. Samenknospe aufrecht. Frucht nussartig, von der saftig werdenden Perigonbasis umgeben (Scheinbeere). Same mit wenig Endosperm. 35 vorzüglich der nördlichen gemässigten Zone eigene Arten.

Hippophaë: B 2häusig. P der ♂ B 2, das der ♀ (2). Nuss glatt.

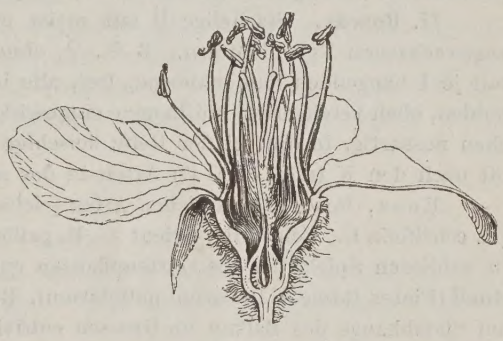
Elaeagnus: B ♀ oder durch Fehlschlagen des G ♂. P (4), das der ♀ B im Grunde mit einem den Griffel eng umschliessenden Discus. Nuss 8furchig. E. argenteus Pursh (Nordamerika) und E. angustifolius L. (Südeuropa) als Ziersträucher; manchmal verwildert.

923. ? (Fam. 3.) Proteaceae. Holzgewächse mit immergrünen, lederartigen, sehr verschieden gestalteten Blättern. B * oder ↑, ♀. P (4). A 4, den Perigonzipfeln eingefügt. G meist von einer Verlängerung der Axe getragen. Samenknospe meist einzeln, grundständig oder hängend, anatrop oder atrop. Frucht balgkapselartig, seltener nuss- oder steinfruchtartig. Endosperm 0. 1100 Arten, die meisten in Australien und Südafrika.

Viele Arten der Gattungen Protea, Grevillea, Manglesia, Leucadendron, Banksia etc. als Ziersträucher in Gewächshäusern. — 18 Gattungen mit 136 Arten im Tertiär.

57. Ordnung. Rosiflorae.

Fig. 343.



924. B fast stets *, perigyn, d. h. dem Rande der ausgebreiteten bis hohlen, kurz-beckenförmigen bis krugförmigen oder lang-röhrenförmigen Blüthenaxe (dem Hypanthium: §§ 24, 702) eingefügt, das G jedoch deren organischen Scheitel einnehmend, der bald die tiefste Stelle des Hypanthiums bildet, bald sich aus diesem wieder in Form eines mehr oder weniger stark gewölbten Receptaculums erhebt. K und C meist 5gliederig, alternirend, der K in der Knospe dachig oder klappig oder offen, sein unpaares Blatt hinten; bisweilen noch ein Aussenkelch vorhanden (§ 706); C meist dachig, selten gedreht. A meist ∞ in 5- oder mehrgliederigen Wirteln, selten nur 1 Wirtel oder gar nur A 1; Filamente in der Knospe allgemein einwärts gebogen (oder selbst eingerollt — Chrysobalaneae). G monomer, meist ∞, oder auch syncarp und mehrfächerig. Samenknospen anatrop, aufrecht oder hängend. Endosperm meist 0.

925. Rosaceae. Charakter der Ordnung. Die Unterfamilien auch wohl als eigene Familien betrachtet.

I. **Pomeae.** ♄ und ♄ mit ungetheilten, gelappten oder gefiederten Blättern und hinfälligen Nebenblättern oder ohne solche. B meist in Trugdolden oder Rispen, *, ♀, ohne Aussenkelch. K 5, C 5, A 10— ∞. G $\overline{(2—5)}$ mit der hohlen, krugförmigen, fleischig werdenden Blüthenaxe zum sogenannten unterständigen Fruchtknoten verwachsen, meist mit 2 (1— ∞) Samenknospen (Fig. 343). Frucht eine Scheinfrucht (Apfelfrucht), gebildet aus der gewöhnlich sehr stark sich weiter entwickelnden, saftigen und fleischigen, vom welkenden K gekrönten, mit dem G verschmolzenen Blüthenaxe. Samen in jedem Fache 2 oder mehr, ohne Endosperm. 160 Arten der nördlichen gemässigten Zone.

Fig. 343. Cydonia vulgaris, halbirte Blüthe in natürl. Gr.

I. Innere Schale der Fruchtfächer knöchern.
A. 3—5 Früchtchen aus der hohlen Blüthenaxe mit dem oberen Theile vorragend. Blüthenaxe krugförmig. Kelchtheile kurz: Cotoneaster.
B. Früchtchen ganz eingesenkt.
1. Blüthenaxe krugförmig. Kelchtheile kurz. Früchtchen 1—5. Scheinfrucht von einer Scheibe gekrönt, die schmäler als ihr grösster Querdurchmesser ist: Crataegus.
2. Blüthenaxe kreiselförmig. Kelchtheile laubartig. Früchtchen 5. Scheinfrucht von einer Scheibe gekrönt, die so breit als ihr grösster Querdurchmesser ist: Mespilus.
II. Schale der ganz eingesenkten Früchtchen pergamentartig oder dünnhäutig.
A. Fächer der Scheinfrucht ungetheilt.
1. K laubartig. Fruchtfächer pergamentartig, mit je 15—20 schleimigen Samen: Cydonia.
2. K nicht laubartig.
a. B gross, in wenigblüthigen Dolden. Fruchtfächer pergamentartig: Pirus.
b. B mittelgross, in ∞blüthigen Doldenrispen. Fruchtfächer dünnhäutig: Sorbus.
B. Fächer der Scheinfrucht durch eine falsche Scheidewand in 2 1samige Kammern getheilt, dünnhäutig: Amelanchier (Aronia).

Pirus Malus L., Apfelbaum und P. communis L., Birnbaum, beide wild und in zahlreichen (Apfel ca. 500, Birne ca. 1600) Spielarten als Kernobst cultivirt; auch das Holz werthvoll. Cydonia vulgaris L., Quitte (Orient), als Kernobst cultivirt; Samen officinell (Semen Cydoniae — Schleim; § 82). C. japonica Pers., Zierstrauch aus Japan. Sorbus aucuparia L., Vogelbeerbaum, Eberesche; häufig angepflanzt. Crataegus Oxyacantha L. und C. monogyna Jacq., Weissdorn, zu Hecken verwendet, in Gärten oft mit gefüllten und auch rothen Blüthen (Rothdorn). Mespilus germanica L., Mispel; die überreifen Früchte werden gegessen.

II. **Roseae.** Stachelige ♄ mit meist unpaarig gefiederten Blättern und dem Blattstiele angewachsenen Nebenblättern. B *, ☿, ohne Aussenkelch. K 5, C 5, A ∞; G ∞, monomer, mit je 1 hängenden Samenknospe, frei, alle im Grunde und an der Wandung der krugförmig-hohlen, oben verengerten Blüthenaxe eingeschlossen, die Griffel vorragend (S. 11, Fig. 3). Früchtchen nussartig, in die bei der Reife fleischige Blüthenaxe (Hagebutte) eingeschlossen, die dann oft noch den K trägt. 300 (?) Arten in der nördlichen gemässigten Zone.

Rosa, Rose, in zahlreichen Arten (vielfach wohl nur Varietäten) bei uns wild und manche (R. centifolia L., Centifolie, Orient — R. gallica L., Essigrose — R. damascena L., Syrien, etc.) in zahllosen Spielarten als Gartenpflanzen cultivirt. Von R. centifolia die Blumenblätter officinell (Flores Rosae s. Rosarum pallidarum). R. damascena Mill. (angeblich aus Syrien stammend, am Südabhange des Balkan im Grossen cultivirt) liefert das Rosenöl (Oleum Rosae). Die Hagebutten von R. canina L. u. a. A. werden gegessen. — 3 Arten im Tertiär.

III. **Dryadeae.** Kräuter oder ♄ mit meist gefiederten oder gefingerten Blättern. B ☿, *. K und C meist 5, selten C 0. A 15—30, selten 1—5. G ∞, selten 1 oder wenige, auf einer aus der flach schüsselförmigen Blüthenaxe hervortretenden Erhebung derselben sitzend, bisweilen das Hypanthium auch röhren- oder trichterförmig. K meist von einem aus seinen Nebenblättern gebildeten Aussenkelche umgeben (S. 399, Fig. 239). 600 Arten in gemässigten und kalten Klimaten. Zerfällt in 2 Sectionen:

A. **Rubeae.** Aussenkelch fehlt. Die einzelnen Steinfrüchtchen auf der zuletzt schwammigen, kegelförmigen Blüthenaxe sitzend, zur Scheinfrucht zusammenhängend.

Rubus fruticosus L. und zahlreiche andere Arten liefern die essbaren Brombeeren, R. Idaeus L. die auch officinellen Himbeeren (Fructus Rubi Idaei — Traubenzucker, Aepfel- und Citronensäure etc.). R. odoratus L., Nordamerika, häufig als Zierstrauch.

B. **Potentilleae.** Aussenkelch meist vorhanden. Früchtchen nussartig.
1. A 4, zuweilen nur 1 ausgebildet. K 4. C 0. G 1 mit seitlichem Griffel: Alchemilla.
2. A 20—∞. G ∞.
a. Aussenkelch 0. K und C 8—9. Früchtchen auf halbkugeliger Blüthenaxe, durch den langen, bleibenden, federförmigen Griffel geschwänzt: Dryas.
b. Aussenkelch vorhanden. K und C 4—5.
α. Früchtchen auf cylindrischer Blüthenaxe, durch den hakenförmig gegliederten Griffel geschnäbelt: Geum.
β. Griffel welkend oder abfallend.
0 Blüthenaxe zuletzt fleischig, sich vom K mit den auf ihr befindlichen Nüsschen als Scheinfrucht ablösend. C abfallend. Griffel seitlich, welkend: Fragaria.
00 Blüthenaxe sich nicht vom K loslösend.

× Blumenblätter lanzettlich, schwarzpurpurn, bleibend. Griffel fast endständig. Blüthenaxe zuletzt schwammig-fleischig: Comarum.

×× Blumenblätter rundlich oder verkehrt-herzförmig, abfallend. Griffel fast end- oder seitenständig, abfallend. Blüthenaxe trocken: Potentilla.

Potentilla silvestris Necker (P. Tormentilla Schr., Tormentilla erecta L.), Blutwurz: Wurzelstock officinell (Rhizoma Tormentillae — Gerbsäure, Tormentillroth, Chinovasäure). Fragaria vesca L., Walderdbeere: die essbaren Scheinfrüchte (Erdbeeren) gesammelt. F. grandiflora Ehrh., Ananaserdbeere (Südamerika), F. chiloënsis Ehrh. (Südamerika) und F. virginiana Mill., Scharlacherdbeere (Nordamerika), häufig in zahlreichen Spielarten cultivirt. — 1 Fragaria im Tertiär.

IV. **Poterieae** (Sanguisorbeae). Kräuter oder ♄, selten ♅, mit meist unpaarig gefiederten Blättern. B *. K und C 4—5. Aussenkelch vorhanden oder 0. A 4—30. G 1—3, mit 1 hängenden Samenknospe, in der Höhlung der oben verengerten Blüthenaxe eingeschlossen, die bei der Reife erhärtet. Griffel endständig. 160 Arten der gemässigten Zonen.

I. B ☿.

1. Hohle Blüthenaxe am Grunde mit 2—3 Vorblättern. K 4. C 0. A 4 oder 6—15. G 1. Blüthenaxe bei der Reife 4kantig. Narbe kopfförmig: Sanguisorba.
2. Hohle Blüthenaxe mit 2 Vorblättern, oben mit mehreren Reihen hakenförmiger, anfangs weicher Stacheln. K 5. C 5. A 15—20. G 2, durch Verkümmerung 1. Blüthenaxe bei der Reife 10furchig. Narbe fast 2lappig: Agrimonia.

II. B einhäusig oder vielehig. A 20—30. G 2—3. Narbe pinselförmig, mit vieltheiligen Abschnitten und fadenförmigen Zipfeln. Sonst wie Sanguisorba: Poterium.

Hagenia abyssinica Wild. (Brayera anthelminthica Kth.), abyssinischer Baum, dessen Blüthen officinell (Flores Kusso s. Kosso — Coussin).

V. **Spiraceae.** ♄, selten Kräuter. B *. K 5, bis zur Fruchtreife bleibend, ohne Aussenkelch. C 5 oder selten 0; A 10—∞; G 1—∞, mit je 2—∞ meist hängenden Samenknospen. Früchte meist Balgkapseln. Endosperm manchmal vorhanden. 66 Arten in der nördlichen gemässigten Zone und Tropen. Bei uns die Gattung Spiraea L., welche häufig auch in folgende Gattungen gespalten wird:

I. B ☿.

1. Blüthenaxe scheibenförmig erweitert.
   a. 5 Früchtchen vor den Blumenblättern: Spiraea.
   b. 5 Früchtchen vor den Kelchzipfeln, am Grunde verwachsen: Sorbaria.
2. Blüthenaxe nicht scheibenförmig verweitert. Meist mehr als 5 Früchtchen, alle frei, aufrecht oder gewunden: Ulmaria.

II. B 2häusig. Meist 3 Früchtchen, alle frei, zurückgebogen: Aruncus.

Arten der Gattung Spiraea finden sich häufig als Ziersträucher in Gärten, so S. ulmifolia Scop. aus Südeuropa, S. sorbifolia L. aus Sibirien, S. opulifolia L. aus Nordamerika. Kerria japonica DC., Zierstrauch aus Japan. — 8 Arten von Spiraea im Tertiär.

VI. **Quillajeae.** ♄ und ♄ mit meist einfachen, lederigen Blättern. K oft bleibend, ohne Aussenkelch. A 5, 10 oder ∞. Carpelle meist 5, frei oder verbunden, jedes mit 1—∞ meist aufsteigenden oder hängenden Samenknospen. Balgkapseln oder Kapseln. 16 Arten, die meisten Amerikaner. — Die Rinde von Quillaja saponaria Mol. (Chile, Peru, Bolivia) enthält Saponin und wird im Vaterlande wie Seife benutzt, auch sonst technisch verwendet.

VII. **Pruneae** (Amygdaleae). ♄ oder ♄ mit ungetheilten Blättern und hinfälligen Nebenblättern. B einzeln oder in Trauben und Doldentrauben, ☿, *. K 5, nach der Blüthe sammt der hohlen Blüthenaxe meist abfallend; Aussenkelch 0. C 5, in der Knospe dachig. A meist 20—30. G 1, mit endständigem Griffel und 2 hängenden Samenknospen (Fig. 344, S. 518). Frucht eine meist nur 1samige Steinfrucht. 100 Arten der nördlichen gemässigten und warmen Zone. Die bei uns heimischen und cultivirten Arten werden bald sämmtlich zur Gattung Prunus vereinigt, bald als verschiedenen Gattungen angehörend betrachtet, die im letzteren Falle nach folgenden Merkmalen getrennt werden.

I. Fleisch der Steinfrucht nicht saftig, bei der Reife unregelmässig aufspringend. Steinschale mit punktförmigen Gruben oder glatt: Amygdalus.

II. Fleisch der Steinfrucht saftig, nicht aufspringend.

A. Steinschale unregelmässig gefurcht, in den Furchen mit punktförmigen Gruben: Persica.

B. Steinschale glatt oder gefurcht, ohne punktförmige Gruben: Prunus.

Als Steinobstbäume werden cultivirt: Prunus avium L., Süsskirsche und P. Cerasus L.,

Sauerkirsche, letztere aus Vorderasien stammend, beide in zahlreichen Spielarten; das Holz technisch verarbeitet; die Kerne der ersteren namentlich zur Bereitung des Kirschwassers dienend, die Früchte der letzteren der Bereitung des officinellen Syrupus Cerasorum. P. Mahaleb L., Weichsel, liefert die wohlriechenden Weichselrohre für Pfeifen (Coumarin in der Rinde). P. domestica L., Zwetsche (Pflaume), aus Westasien und P. insititia L., Pflaume, aus Südeuropa; beide mit vielen Spielarten. P. Armenica L. (Armeniaca vulgaris Lam.), Aprikose, aus Vorderasien. P. Laurocerasus L., Kirschlorbeer, Kleinasien, die Blätter officinell (Folia Laurocerasi — Bittermandelöl). Persica vulgaris Mill., Pfirsich, aus Vorderasien. Amygdalus communis L. (Prunus Amygdalus Stokes), Mandel, aus Südeuropa und Nordafrika; liefert süsse (var. dulcis), bittere (var. amara) und Krachmandeln (var. fragalis), die ersten beiden auch officinell (Amygdalae dulces — fettes Oel, Emulsin, Amandin etc.; Amygdalae amarae — ausser vorigen noch Amygdalin). — 33 Arten von Prunus und 5 von Amygdalus sind aus tertiären Schichten bekannt.

VIII. **Chrysobalaneae.** ☿ und ♄ mit einfachen Blättern. B * oder ↑. K 5; C 5 oder 0. A 3—∞; G 1 mit am Grunde des Fruchtknotens eingefügtem, seitlichem Griffel und aufrechten Samenknospen. Sonst wie vorige Familie. 180 tropische Arten. — Chysobalanus Icaco L., Kokospflaumenbaum, im tropischen Amerika heimisch und dort der essbaren Früchte und mandelartigen Samen wegen cultivirt.

Fig. 344.

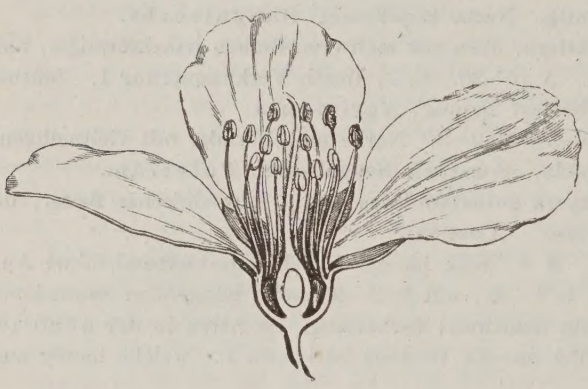
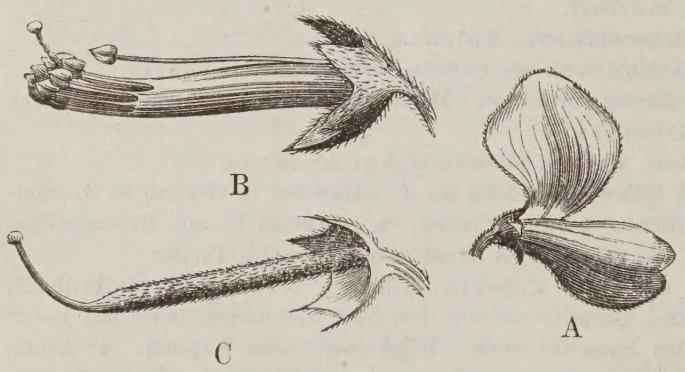


Fig. 345.



58. Ordnung. Leguminosae.

926. Blätter 2zeilig oder spiralig, meist einfach oder doppelt gefiedert, oder 3-zählig, selten einfach. Nebenblätter vorhanden. B * oder ↑, meist 5-, seltener 3—4gliederig; C, A und G auf einer Ausbreitung der Axe innerhalb des Kelchgrundes (daher in der Uebersicht der Familien die Papilionaceen auf S. 464 in der Abtheilung 2 stehend). K und C in der Knospe dachig, das unpaare Kronblatt meist nach oben gestellt. A meist 10, selten 3—∞, frei oder verwachsen. Meist $G\underline{1}$. Frucht eine meist 2klappig mit Bauch- und Rückennaht aufspringende, manchmal durch falsche Längs- oder Querwände gegliederte Hülse mit an der Bauchnaht stehenden Samen. — Die 3 Familien werden wohl auch zu einer grösseren vereinigt, da sie durch Uebergänge verbunden sind.

927. (Fam. 1.) Papilionaceae. Meist Kräuter (oft windend oder rankend), seltener ☿ oder ♄, mit meist fiederig oder handförmig zusammen-

---

Fig. 344. Prunus Amygdalus, halbirte Blüthe, etwas vergr.

Fig. 345. A Blüthe von Indigofera tinctoria L., vergr., B dieselbe nach Entfernung der Krone und C das Pistill im halbirten Kelche.

gesetzten, selten einfachen Blättern oder nur die Endfieder vorhanden; Nebenblätter oft mächtig entwickelt. B meist in Trauben, Rispen oder Köpfchen, selten einzeln, meist, ☿, ↑, schmetterlingsförmig. K (5), sein Saum gleichmässig gezähnt oder getheilt, oder 2lippig und dann 2 Abschnitte die Ober-, 3 die Unterlippe bildend. C 5, selten unvollzählig oder 0, mit absteigender Knospendeckung, die länger oder kürzer genagelten Blätter einem im Kelchgrunde befindlichen, verschieden gestalteten Discus eingefügt und ungleich: das obere, in der Knospenlage äussere, meist grösste, oft aufwärts zurückgeschlagene Blatt bildet die Fahne (vexillum — vgl. Fig. 345 A); die 2 mittleren (seitlichen), gewöhnlich kleineren Blätter sind die Flügel (alae); zwischen letzteren zum Theil eingeschlossen liegen die beiden unteren (vorderen), oft unter einander verwachsenen Blätter des Schiffchens (carina). Manchmal sind alle Blätter der C verwachsen. A 10, selten weniger, selten alle frei, meist mit dem grössten Theile der Filamente zu einer langen, im Schiffchen liegenden Röhre verwachsen, oder 9 zu einer oben geschlitzten Röhre verwachsen, das zehnte obere (hintere) Staubgefäss frei (Fig. 345 B). $G\underline{1}$ (Fig. 345 C). Hülse meist in Bauch- und Rückennaht aufspringend, seltener nur in der Bauchnaht, bisweilen mit einer von der Rückennaht entspringenden falschen, unvollständigen Längsscheidewand oder sich quer in 1samige Glieder theilend (Gliederhülse); selten eine 1samige Schliessfrucht. Endosperm meist 0. Embryo meist gekrümmt. 3000 Arten, die Mehrzahl in der heissen und in gemässigten Zonen.

928. Die deutschen Gattungen lassen sich folgendermaassen gruppiren:

I. Phyllolobae. Keimblätter bei der Keimung laubartig.

I. **Unterfam. Lotoideae.** Hülse 1fächerig oder der Länge nach unvollständig 2fächerig, selten mit schwammigen Querwänden, meist aufspringend und mehrsamig, seltener 1samig und dann dünn und papierartig.

A. **Genisteae.** K mehr oder weniger deutlich 2lippig. Flügel am oberen Rande faltig-gerunzelt. A sämmtlich verwachsen. Hülse 1fächerig.

1. K 1lippig, oberwärts der Länge nach gespalten, die Lippe fein gezähnelt: Spartium.
2. K 2lippig.
   α. Hülse ohne schwammige Querwände.
      a. Hülse wenig länger als der bis zum Grunde 2lippig gespaltene K, gedunsen wenigsamig; dorniger ♄: Ulex.
      b. Hülse weit länger als K.
         * Narbe kopfförmig. Lippen des K trockenhäutig. Griffel lang, oberwärts verdickt und in 1 oder mehrere kreisförmige Schleifen gebogen: Sarothamnus.
         ** Narbe schief.
            0 Griffel nach der Axe zu gekrümmt, daher die Narbe nach der Axe gerichtet und einwärts abschüssig. Schiffchen stumpf. Blätter einfach: Genista.
            00 Narbe nach auswärts abschüssig, weil von der Axe weggewendet. Blätter meist 3zählig: Cytisus.
   β. Hülse mit schwammigen Querwänden. Schiffchen geschnäbelt-zugespitzt. Narbe kopfig, der Axe zugewendet: Lupinus (besser in die 2. Abtheilung zu stellen).

B. **Anthyllideae.** K gleichmässig 5spaltig oder -zähnig, oder 2lippig. Flügel nicht faltig-gerunzelt. A alle verwachsen. Hülse 1fächerig.

1. K 5spaltig, bleibend, in der Fruchtreife offen. Schiffchen geschnäbelt. Frucht gedunsen, armsamig: Ononis.
2. K 5zähnig, welkend, in der Fruchtreife über der Hülse geschlossen. Schiffchen stumpf oder kurz-gespitzt: Anthyllis.

C. **Trifolieae.** Oberes Staubgefäss frei. Hülse 1fächerig. Blätter meist 3zählig.

1. A mit C mehr oder weniger verwachsen. C welkend, bleibend, die eiförmige, 1—4samige, kaum oder unregelmässig aufspringende Hülse einschliessend: Trifolium.
2. A mit C nicht verwachsen.
   α. Schiffchen geschnäbelt.
      a. C abfallend. Griffel allmählig verschmälert. Hülse linealisch, nicht geflügelt, mit 2 spiralig gedrehten Klappen aufspringend: Lotus.
      b. Griffel nach oben verdickt. Hülse 4kantig, 4flügelig. Sonst wie a: Tetragonolobus.
   β. Schiffchen ungeschnäbelt.
      a. Flügel in die Quere wie eine Blase vorgetrieben: Dorycnium.
      b. Flügel gleichmässig convex.
         * Fruchtknoten aufwärts gekrümmt. Hülse meist spiralig gerollt: Medicago.
         ** Fruchtknoten und Hülse gerade.
            0 Hülse kugelig oder länglich, unvollkommen aufspringend, 1—4samig: Melilotus.
            00 Hülse linealisch, 2klappig, 6—∞ samig: Trigonella.

D. **Galegeae.** Oberes (hinteres) Staubgefäss wenigstens zur Hälfte frei. Hülse 1fächerig. Blätter unpaarig-, selten paarig-gefiedert.

1. K 2lippig, die Oberlippe 2zähnig, die Unterlippe 3spaltig. Blätter des Schiffchens getrennt. Hinteres Staubgefäss ganz frei: Glycyrrhiza.
2. K glockig, 5zähnig.
   α. Hinteres Staubgefäss ganz frei. Griffel gewimpert. Hülse aufgeblasen: Colutea.
   β. Hinteres Staubgefäss zur Hälfte frei. Griffel kahl. Hülse linealisch: Galega. — Hierher auch Robinia, Caragana.

E. **Astragaleae.** Oberes Staubgefäss frei. Hülse durch die einwärts gefaltete Bauchnaht (seltener durch die Rückennaht) mehr oder weniger vollständig 2fächerig (von aussen eingedrückt erscheinend). Blätter meist unpaarig-gefiedert.

1. Hülse an der oberen Naht eingedrückt. Schiffchen unter dem stumpfen Ende mit gerader Spitze: Oxytropis.
2. Hülse an der unteren Naht eingedrückt. Schiffchen stumpf, ohne Spitze: Astragalus.

II. **Unterfam. Hedysaroideae.** Hülse querfächerig, oft in die Glieder zerfallend (zuweilen 1fächerig, 1samig und dann nicht aufspringend). Oberes Staubgefäss frei.

F. **Coronilleae.** B in achselständigen, kopfförmigen Dolden. Hülse cylindrisch oder zusammengedrückt.

1. Schiffchen stumpf. K röhrig, 5zähnig. Hülse zusammengedrückt, an den Gelenken eingezogen, Glieder 1samig: Ornithopus.
2. Schiffchen geschnäbelt.
   α. K glockig, fast 2lippig, Oberlippe 2-, Unterlippe 3zähnig. Hülse zusammengedrückt, die 1samigen Glieder gekrümmt, oben concav: Hippocrepis.
   β. K kurzglockig, durch die 2 oberen, grösstentheils verwachsenen Zähne fast 2lippig. Hülse stielrund oder fast 4kantig, die 1samigen Glieder an den Gelenken eingezogen: Coronilla.

G. **Hedysareae.** B in achselständigen Trauben. Hülsen zusammengedrückt.

1. Hülse in Glieder zerfallend: Hedysarum.
2. Hülse 1samig, netzig-runzelig, nicht aufspringend, der obere Rand dick und gerade der untere dünn, gekrümmt, kammförmig, oft gezähnt und stachelig: Onobrychis.

II. Sarcolobae. Keimblätter auch nach der Keimung dick, fleischig-mehlig. Hülse 1fächerig oder durch schwammige Querwände gefächert.

III. **Unterfam. Vicioideae.** Keimblätter bei der Keimung in der Samenschale und unter der Erde bleibend. Blätter meist paarig gefiedert, meistens mit Ranke endend. Oberes Staubgefäss frei.

H. **Vicieae.** Charakter der Unterfamilie. Schwierig unterscheidbare Gattungen.

1. Griffel kahl. Hülse stark aufgeblasen, 2samig K länger als C: Cicer.
2. Griffel behaart. Hülse nicht aufgeblasen.
   a. Staubfadenröhre schief abgeschnitten.
      × K 5zähnig oder -spaltig. Griffel fadenförmig, oberwärts behaart. Hülse 2—∞ samig: Vicia (und Ervum).

×× K 5theilig. Griffel flach, auf der der Axe zugewendeten Seite mit einer Haarlinie. Hülse 1—2samig: Lens.

b. Staubfadenröhre gerade abgeschnitten. Hülse 2— ∞samig.

× Griffel zu einer nach unten offenen Röhre zusammengefaltet, auf der gewölbten Seite bärtig: Pisum.

×× Griffel flach, zuweilen sammt A und Schiffchen um seine Axe gedreht, auf der ursprünglich der Axe zugekehrten Seite mit einer Haarlinie: Lathyrus (mit Orobus).

IV. **Unterfam. Phaseoloideae.** Keimblätter bei der Keimung als dicke, grüne, nicht laubartige Blätter über den Boden tretend,, selten in der Samenschale bleibend. Blätter fast immer unpaarig (häufig 3zählig) gefiedert. Oberes Staubgefäss mit den anderen verwachsen oder frei, selten fehlend.

I. **Phaseoleae.** Fahne mit 2 Anhängseln. Oberer Staubfaden über dem Grunde gekniet, frei, oder selten mit den anderen verwachsen. Blätter 3zählig. Meist windend. Phaseolus: Griffel, Staubgefässe und Schiffchen spiralig eingerollt.

929. Die wichtigsten Arten der Familie sind:

Sophora japonica L., Zierbaum aus Japan. Toluifera Pereirae Baillon (Myroxylon Pereirae Kl.), in den Bergwäldern von San Salvador an der Westküste Centralamerika's heimisch, liefert den officinellen Perubalsam (Balsamum peruvianum — Cinnameïn, Harz, Zimmtsäure, Styracin), Toluifera Balsamum L. (Myroxylon Toluifera HBK.), nordöstliches Südamerika, den officinellen Tolubalsam, wie vorige aus Einschnitten des Stammes (Balsamum tolutanum — Tolen, Harze, Benzoësäure und Zimmtsäure). Baphia nitida Lodd., Sierra Leone, liefert das zum Rothfärben benutzte Cabanholz. Sarothamnus vulgaris Wimm., Besenstrauch, die schlanken Zweige zu Besen gebunden. Genista tinctoria L., Färber-Ginster, G. germanica L. u. a. A. liefern in Blüthen und Blättern einen Farbstoff zur Darstellung des Schüttgelb. Cytisus Laburnum L., Goldregen, sowie andère Arten der Gattung als Ziersträucher. Crotalaria juncea L., Ostindien, giebt eine geringere Sorte Jute (§ 865). Ononis spinosa L., Hauhechel, die Wurzel officinell (Radix Ononidis — Ononin, Ononid, Onocerin). Lupinus luteus L., Lupine, Wolfsbohne (aus Südeuropa), auf Sandboden als Futterpflanze gebaut. L. albus L. (Orient), L. hirsutus L. (Mittelmeergebiet) u. a. A. oft in Gärten. Medicago sativa L., Luzerne, wichtige Futterpflanze aus Südeuropa. Trigonella Foenum graecum L., Bockshornklee, aus Südeuropa, die Samen officinell (Semen Foeni graeci — Bassorin, fettes Oel, Bitterstoff). Melilotus coerulea L., Schabziegerklee, als Gewürzpflanze (zur Bereitung von Kräuterkäse) hie und da gebaut. Von M. officinalis Desr. u. M. altissimus Thuill. ist das Kraut officinell (Herba Meliloti — Coumarin). Trifolium, Klee, viele Arten als Futter- und Wiesenpflanzen wichtig (T. pratense L., T. repens L., T. hybridum L., T. incarnatum L. u. A.). Indigofera tinctoria L., Indigopflanze, Ostindien, liefert den als Indigo bekannten blauen Farbstoff. Glycyrrhiza glabra L., Süssholz (Südeuropa, Mittelasien), die Wurzel officinell (Radix Liquiritiae — Zucker, Glycyrrhicin, Stärke, Asparagin). Robinia pseudacacia L., Robinie, fälschlich Akazie genannt, häufiger Zierbaum aus Nordamerika; ebenso R. hispida L. und R. viscosa Vent. Caragana frutescens DC. und C. arborescens Lam., Erbsenstrauch, häufige Ziersträucher aus Sibirien. Colutea arborescens L., Blasenstrauch, häufig in Gärten. Amorpha fruticosa L., Zierstrauch aus Nordamerika. Astragalus leioclados Boiss., brachycalyx Fisch., gummifer Labill., verus Oliv., adscendens Boiss. et Hauskn., microcephalus Willd. u. a. A. des Orients liefern Traganth (Tragacantha — Bassorin, Arabin Stärke etc. — § 85). Ornithopus sativus L., Serradella, Futterkraut aus Südeuropa. Hedysarum gyrans L. (Desmodium g.), Ostindien: oft in Gewächshäusern und durch die Beweglichkeit der Blätter bekannt (§ 338). Onobrychis sativa L., Esparsette, vorzügliches Futterkraut. Arachis hypogaea L., Erdnuss, Erdeichel (wahrscheinlich afrikanischen Ursprunges), in den Tropen und auch in Südeuropa der ölreichen Samen wegen sehr viel gebaut. Cicer arietinum L., Kichererbse (Orient), die Samen in Südeuropa beliebtes Nahrungsmittel, daher viel cultivirt. Lens esculenta Mönch, Linse (Südeuropa), der nahrhaften Samen wegen gebaut. Vicia sativa L., Futterwicke (aus Südeuropa), als Futterpflanze cultivirt. V. Faba L., Sau- oder Puffbohne (Vaterland?) als Viehfutter gebaut und die unreifen Samen auch als Gemüse gegessen. Lathyrus sativus L., Platterbse (Südeuropa), als Futterpflanze gebaut. L. odoratus L., L. clymenum L. u. a. A. der Mittelmeerländer als Gartenzierpflanzen. Pisum sativum L., Erbse (Orient?), der Samen wegen als Gemüsepflanze vielfach gebaut. P. arvense L., Ackererbse (Vaterland?), als Futter- und Gemüsepflanze cultivirt. Phaseolus multiflorus Lam., Feuerbohne (Süd-

amerika), und P. vulgaris L., Vitsbohne (Ostindien) überall als Gemüsepflanzen der Samen und unreifen Hülsen wegen gebaut. Erythrina corallodendron L. (Brasilien) und E. indica Lam. (Ostindien) der prächtigen rothen Büthen wegen oft als Ziersträucher. Physostigma venenosum Balf., Calabarbohne, Gottesgerichtsbohne (Sklavenküste Westafrikas), die Samen officinell (Faba calabarica — Physostigmin, Calabarin). Dolichos Lablab L., Reisbohne (Ostindien u. a. A. werden in der Heimath wie bei uns die Bohnen benutzt. D. Soja L. (Soja japonica Savi), Japan, liefert die zur Bereitung von Saucen dienende Soja. Pterocarpus marsupium Mart., Malabar, liefert Kino als eingedickten Saft (enthält: Kinogerbsäure, Kinoroth und Brenzcatechin). P. indicus Willd. und P. santalinus L., Ostindien, liefern das rothe Sandelholz.

Fig. 346.

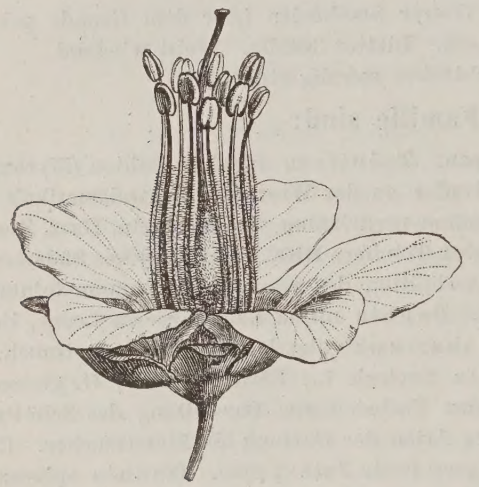


Fig. 347.

Fig. 348.

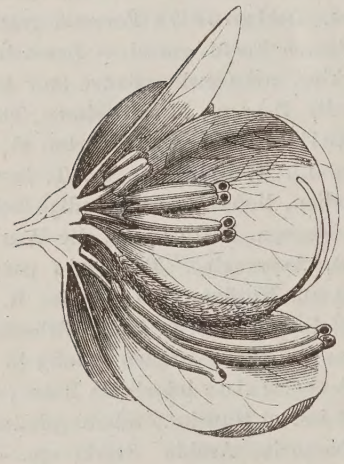
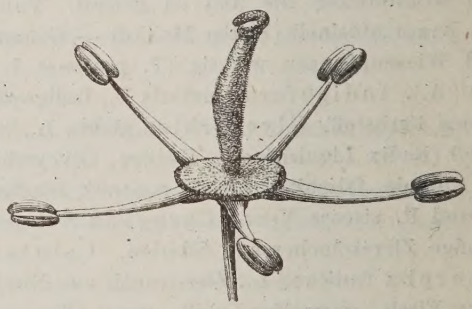


Fig. 349.



Dipterix odorata Willd., Tonkabaum (Guyana), liefert die Coumarin enthaltenden Tonkabohnen. Von Dalbergia latifolia Roxb., Ostindien, stammt das zu feinen Drechslerarbeiten benutzte ostindische Rosenholz oder Botanyholz. — 38 Gattungen mit über 100 Arten sind im Tertiär bekannt.

930. (Fam. 2.) **Caesalpiniaceae.** ♄ oder ♄, seltener Kräuter, mit meist ↑, aber nicht schmetterlingsförmigen (Fig. 346—349), selten ∗, 5-, selten 4gliederigen B. K 5, frei oder verwachsenblätterig. C 5 oder we-

Fig. 346. Haematoxylon campechianum, Blüthe in 4facher Vergr. Nach Baillon.
Fig. 347. Tamarindus indica, Blüthe. Vergr. 3. Nach Baillon.
Fig. 348. Cassia acutifolia Del., halbirte Blüthe, Vergr. 3.
Fig. 349. Ceratonia siliqua L., Blüthe in 3facher Vergr.

niger, mit aufsteigender Knospendeckung, selten 0 (Fig. 349). A 10 oder weniger, selten ∞, alle frei (Fig. 346, 348, 349) oder selten einige oder alle verwachsen (Fig. 347). G$\underline{1}$. Hülse oft durch Querwände gegliedert, bei vielen nicht aufspringend. Same mit oder ohne Endosperm. Keimling gerade. 1500 meist tropische Arten.

Haematoxylon campechianum L., Blut- oder Campecheholzbaum (Centralamerika und Westindien), liefert das als Farbeholz werthvolle, früher auch officinelle Campecheholz oder Blauholz (Lignum campechianum — Haematoxylin). Caesalpinia echinata Lam. (Brasilien), C. brasiliensis Sw. (Antillen) u. a. A. liefern das Fernambuk- oder rothe Brasilienholz, dessen rother Farbstoff (Brasilin) in der Färberei verwendet wird. C. coriaria Willd. (tropisches Amerika) liefert die als „Dividivi" in den Handel kommenden gerbstoffreichen Hülsen, die in der Gerberei Verwendung finden. Ceratonia siliqua L., Johannisbrodbaum (Mittelmeerländer); die Hülsen Nahrungsmittel und früher officinell (Siliqua dulcis s. Fructus Ceratoniae — Traubenzucker, Pectin, Gummi, Buttersäure etc.). Tamarindus indica L., Tamarinde (Ostindien; im tropischen Amerika cultivirt); das säuerlich-süsse Mark der Hülse wird in den Tropen gegessen und ist bei uns officinell (Tamarindi s. Pulpa Tamarindorum cruda — Wein-, Citronen-, Aepfel-, Essig- und Ameisensäure, Zucker, Pectin). Cassia acutifolia Delile (C. lenitiva Bisch.) und C. angustifolia Vahl (nordöstliches Afrika, Arabien, nordwestliches Indien) liefern die officinellen Sennesblätter (Folia Sennae — Cathartinsäure, Chrysophansäure, Cathartomannit etc.). C. fistula L., Röhrencassie (Ostafrika und Ostindien), mit bis 2′ langen, walzenförmigen, durch zahlreiche Querwände gegliederten Hülsen; früher officinell. Copaïfera Langsdorfii Hayne, C. officinalis Baillon, C. guianensis Desf. u. a. tropisch-amerikanische Arten der Gattung liefern den aus angebohrten Stämmen ausfliessenden officinellen Copaïvabalsam (Balsamum Copaïvae — ätherisches Oel und Harz, letzteres hauptsächlich aus Copaïvasäure und Oxycopaïvasäure bestehend). Hymenaea Courbaril L. u. a. A. der Gattung, sowie Arten von Trachylobium, Vouapa etc. liefern den brasilianischen, aus der Rinde ausfliessenden Copal, Trachylobium Hornemannianum Hayne und T. mossambicense Kl. wahrscheinlich den ostafrikanischen Copal. Cercis siliquastrum L., Judasbaum, schon in Südtyrol heimisch, oft in Gärten als Zierstrauch. Krameria triandra Ruiz et Pav. (Peru, Bolivia), die Wurzel officinell (Radix Ratanhiae peruvianae, Payta, Ratanhawurzel — Ratanhiagerbsäure, Ratanhiaroth). — Im Tertiär ca. 90 Arten.

931. (Fam. 3.) Mimosaceae. ☿ und ☂, oft dornig. Blätter meist sehr zusammengesetzt, doch bei manchen Acacien auf den blattartig verbreiterten Blattstiel (Phyllodium) reducirt. B in Köpfchen oder Aehren, ∗, meist 5-, selten 4gliederig. K und C meist verwachsenblätterig. A 3—∞, frei oder in 1 oder mehreren Bündeln. G$\underline{1}$, selten 2—5. Hülse oft durch Querwände gegliedert. Endosperm spärlich oder 0. Keimling gerade. 1500 meist tropische Arten.

Mimosa pudica L., Sinnpflanze, Südamerika: Blätter auf Reiz sich zusammenlegend (§§ 329—331). Acacia Catechu Willd. (Ostindien) und A. Suma Kurz (Ostindien, tropisches Ostafrika) liefern im eingedickten Safte des Stammes Catechu oder Terra japonica (Catechu von Bombay und Bengalen — Catechugerbsäure, Catechusäure); officinell und in der Technik verwendet. A. Senegal Willd. (A. Verek Guill. et Perott. — Nilländer, Senegambien) liefert das aus den Stämmen ausfliessende und an der Luft erhärtende Gummi arabicum (arabinsaures Kalksalz, § 85). Acacia-Arten sind für die afrikanische und neuholländische Flora charakteristisch; viele in Glashäusern als Zierpflanzen cultivirt. — 46 Arten (Acacia 32) im Tertiär.

Von sehr zweifelhafter Verwandtschaft zu Familien choripetaler Dicotylen sind die folgenden beiden Ordnungen (Serpentariae und Hysterophyta).

59. Ordnung. Serpentariae.

P einfach corollinisch. G mehrfächerig, das A oft mit demselben mehr oder weniger verwachsen. Embryo klein, in der Axe des Endosperms. Nur 1 Familie.

932. Aristolochiaceae. Kräuter oder meist windende ♄, oft mit knolligem Wurzelstocke. Blätter abwechselnd 2zeilig, gestielt, einfach, mehr oder weniger herzförmig, meist ohne Nebenblätter. B ☿, * oder ↑. P meist 3spaltig, oder mit schiefem Saume, mit mehr oder weniger verlängerter Röhre. A 6—12 oder mehr, frei oder mit dem G verwachsen (S. 405, Fig. 246, 247). G $\overline{(4—6)}$, meist durch die in der Mitte nicht ganz zusammenschliessenden Samenleisten unvollständig 6fächerig, mit ∞ anatropen Samenknospen. Griffel mit grosser, scheibenförmiger, mehrstrahliger Narbe. Frucht kapsel- oder beerenartig. 200 in warmen und gemässigten Zonen heimische, vorzüglich südamerikanische Arten.

I. **Aristolochieae.** A 6, mit dem G verwachsen. G $\overline{(6)}$. P ↑. Aristolochia (§ 716).
II. **Asareae.** A 12, frei. G $\overline{(6)}$. P *. Asarum.
III. **Bragantieae.** A 6—36, frei. G $\overline{(4)}$. P *.

Aristolochia serpentaria L., Schlangenwurzel (Nordamerika), der Wurzelstock früher officinell (Rhizoma Serpentariae — ätherisches Oel, Harz, Aristolochin). A. Sipho L'Herit. (Nordamerika), häufiger Zierstrauch als Laubenbekleidung. Asarum europaeum L., Haselwurz, der Wurzelstock früher officinell (Rhizoma Asari — Asarin, ätherisches Oel). — 10 Arten von Aristolochia in der Kreide und im Tertiär.

60. Ordnung. Hysterophyta.

Schmarotzer. P. fast ausnahmslos epigyn. Ordnung auch mit voriger vereinigt.

933. (Fam. 1.) Rafflesiaceae. Fleischige, chlorophylllose Wurzelparasiten, die manchmal blattlos sind und dann eine völlig verkürzte Axe besitzen. B *, meist 1geschlechtig, oft von bedeutender Grösse (Rafflesia). P (3—10), corollinisch, röhrig-glockig oder tellerförmig. A 6—∞, dem P eingefügt, meist unter sich oder auch mit dem G verwachsen. G $\overline{(3-\infty)}$ Fruchtknoten meist 1fächerig, mit wandständigen oder hängenden Placenten mit ∞ Samenknospen. Frucht beerenartig, ∞samig. Same mit Endosperm und rudimentärem Embryo. 25 meist tropische Arten; in Europa nur die Unterfamilie der Cytineae.

Cytinus Hypocistis L., auf Wurzeln von Cistus in Südeuropa, an Monotropa und Orobanche erinnernd. Hydnora africana Thbg., pilzähnlich, am Cap auf Wurzeln von Euphorbien. Rafflesia Patma Bl., auf Java auf Wurzeln von Cissus (Vitaceae), fast nur eine 2' im Durchmesser haltende, übelriechende Blüthe bildend. R. Arnoldi RBr., auf Sumatra, noch grösser.

934. (Fam. 2.) Santalaceae. Auf Wurzeln schmarotzende chlorophyllhaltige Kräuter oder Holzgewächse mit spiraligen oder auch unteren gegenständigen Blättern. B *, meist ☿, meist in Aehren oder Rispen, selten einzeln. P (4—5), röhrig, innen gefärbt. A 4—5 über den Perigonzipfeln. G $\overline{(3)}$, 1fächerig, die 3 integumentlosen Samenknospen an freier Centralplacenta hängend. 1samige Nuss oder Steinfrucht. 225 meist in gemässigten Klimaten heimische Arten.

Santalum album L., Baum in Ostindien, liefert das als Nutzholz geschätzte Sandelholz. In Deutschland nur die Gattung Thesium vertreten. Osyris alba L., Strauch im südlichen Europa. — 13 Arten im Tertiär.

935. (Fam. 3.) Loranthaceae. Auf Bäumen schmarotzende immergrüne ♄ mit meist gegenständigen, zuweilen rudimentären Blättern. B *, ☿ oder häufiger diclin. P (4, 6 oder 8). A 4 oder 6, vor den Perigonabschnitten. G $\overline{(2—3)}$. Samenknospen aufrecht, unter sich und mit der Fruchtknotenwand verwachsen? oder 1 Samenknospe mit mehreren Embryosäcken?

Beere 1samig. 500 tropische und in gemässigten Klimaten heimische Arten.

Viscum: B bei unserer Art diöcisch: ♂ mit P (4), die A 4 mit den ∞fächerigen Antheren den Lappen des P angewachsen; ♀ mit P 4 und G $\overline{(2)}$.

Loranthus: B ☿ oder 1geschlechtig. P 6. A 6 dem Grunde des P eingefügt. G $\overline{(3)}$.

Viscum album L., Mistel, auf vielen Baumarten schmarotzend, enthält Viscin und wird zur Bereitung des Vogelleimes benutzt. Loranthus europaeus, schon in Oesterreich hie und da auf Linden.

936. (Fam. 4.) Balanophoraceae. Chlorophyllfreie, oft pilzähnliche Wurzelschmarotzer ohne Laubblätter. B klein, meist 1geschlechtig, in ∞blüthigen Inflorescenzen. ♂ B mit oder ohne P, mit A 1—6 (frei oder verwachsen), die ♀ nur aus einem G (1—3) bestehend; Fruchtknoten 1fächerig, mit 1—2 integumentlosen, hängenden und anatropen oder aufrechten und atropen Samenknospen. Nuss oder Steinfrucht. 40 meist tropische Arten.

Balanophora, Langsdorffia etc. Cynomorium coccineum Mich., Hundsruthe, mit polygamen B, schon in den Mittelmeerländern.

II. Unterclasse. Sympetalae. (Gamopetalae.)

61. Ordnung. Bicornes.

937. Meist Holzgewächse ohne Nebenblätter. B meist *, 4—5-, selten mehrzählig. A meist dem Blüthenboden eingefügt und ohne Zusammenhang mit C, meist obdiplostemonisch oder die Kronenstaubfäden 0. Pollenzellen fast stets zu 4 zusammenhängend. Fruchtknoten meist ober-, seltener unterständig, mehrfächerig, mit grossen, gegen die Fachhöhlung zurückgebogenen Placenten, die Carpellblätter bei Isomerie meist vor den Kronentheilen, der Griffel einfach. Keimling gerade, im Endosperm liegend. Die Familien 2—5 werden wohl auch nur als Unterfamilien der Ericaceae (im weitesten Sinne) betrachtet.

938. (Fam. 1.) Epacridaceae. ♄ mit spiralig gestellten, seltener gegenständigen, mehr oder weniger dicht gedrängten, immergrünen, einfachen, oft starren Blättern. B meist in endständigen Aehren oder Trauben, meist 5zählig. C glockig oder trichterförmig, meist schön gefärbt, in der Knospe dachig. A meist 5, da die Kronstaubfäden meist fehlen. Antheren mit nur einer Spalte aufspringend. Fruchtknoten am Grunde von freien oder verwachsenen Schuppen umgeben. Kapsel, Beere oder Steinfrucht. 320 Arten in Australien, hier die Ericaceen ersetzend.

939. (Fam. 2.) Ericaceae. ♄, zuweilen baumartig, mit meist immergrünen, gewöhnlich dicht gedrängten, einfachen Blättern. B gipfel- oder achselständig, meist in Trauben oder Rispen, 4—6zählig. K unterständig. C in der Knospe gedreht, bei 5 Abschnitten der unpaare vorne. A doppelt so viele als Kronabschnitte, die Antheren durch ein spitzes Anhängsel jeder Hälfte 2hörnig, an der Spitze mit einem Loche oder doch mit einer nicht bis zum Grunde reichenden Spalte aufspringend. Fruchtknoten oberständig, seine Fächer so viele als Kronentheile, meist mit mehreren hängenden Samenknospen. Frucht eine fachspaltige Kapsel oder fleischig. 900 Arten, die meisten am Cap.

I. Staubgefässe 8.

A. Krone tief 4spaltig, so lang oder kürzer als der Kelch. Kapsel den Scheidewänden gegenüber aufspringend, diese dem Mittelsäulchen angewachsen: Calluna.

B. Krone 4zähnig, länger als der Kelch. Kapsel fachspaltig aufspringend, die Scheidewände auf den Klappen: Erica.

II. Staubgefässe 10.

A. Kapsel 5fächerig, 5klappig: Andromeda.

B. Kugelige Steinfrucht mit 5 Steinen: Arctostaphylos.

Officinell die Blätter von Arctostaphylos officinalis W. et Gr. (A. uva ursi Spr.), Bärentraube (Folia Uvae ursi — Arbutin, Ericolin, Urson, Gallussäure). Calluna vulgaris Salisb., Haidekraut, Besenhaide; Charakterpflanze der Haiden, die Blüthen für Bienenzucht wichtig. Erica Tetralix L., Glockenhaide und Andromeda polifolia L. sind Charakterpflanzen der Moore, auf denen übrigens auch Calluna vorkommt. Zahlreiche Arten von Erica als Zierpflanzen. — Von Ericaceen treten Arten der Gattung Leucothoë bereits in der Kreide auf; die meisten sind jedoch tertiär, einzelne quartär (47 Arten in 7 Gattungen).

940. (Fam. 3.) Vaccinieae. Fruchtknoten unterständig. Frucht eine Beere. Sonst wie vorige Familie. Hauptsächlich im nördlichen Europa und Amerika, besonders auf Moorboden, Haiden und in Wäldern.

Vaccinium: B 4- oder 5zählig, mit 8 oder 10 Staubgefässen. V. Myrtillus L., Heidelbeere und V. Vitis idaea L., Preisselbeere, durch essbare Früchte bekannt. Von V. Oxycoccus L. (Oxycoccus palustris Pers.), Moosbeere, werden die Früchte in Russland und Schottland roh und eingemacht gegessen. — 26 Arten von Vaccinium finden sich in tertiären und quartären Schichten.

941. (Fam. 4.) Rhodoraceae. C tief 5theilig oder aus 5 getrennten Blättern bestehend, oft etwas unregelmässig, der unpaare Abschnitt hinten. A meist 10, die Staubbeutel ohne Anhängsel. Kapsel wandspaltig. Sonst wie die Ericaceen. 150 Arten der gemässigten und kalten Zonen.

Ledum: K klein, 5zähnig. C in 5 ziemlich gleiche Blätter getrennt. — Rhododendron: K 5theilig. C 5spaltig. — Die Arten der Gattung Rhododendron, Alpenrosen, sind Alpenbewohner. Zahlreiche indische und pontische Arten dieser Gattung, sowie von Azalea, sind beliebte Ziersträucher. — 13 tertiäre Arten sind bekannt.

942. (Fam. 5.) Hypopityaceae (Monotropeae). Kräuter oder Halbsträucher. Blätter spiralig. K 2—6, frei- oder fast freiblätterig. C 3—6-blätterig oder die Blätter nur am Grunde etwas zusammenhängend. A 6—12; Staubbeutel ohne Anhängsel. Kapsel fachspaltig. Same klein, feilspanartig, mit sehr kleinem Keimling ohne Keimblätter. Sonst wie die Ericaceen. 25 Arten der nördlichen gemässigten Zone.

I. Piroleae. Grüne, belaubte Pflanzen. C in der Knospe dachziegelig. Staubbeutelhälften am Grunde mit einem Loche aufspringend. — Pirola. (1 Art im Tertiär.)

II. Monotropeae. Chlorophyllose Humusbewohner mit schuppigen Niederblättern. Kronenabschnitte in der Knospe kaum deckend. Staubbeutelhälften mit hufeisenförmiger Spalte aufspringend. — Monotropa, Fichtenspargel. (1 Art im Tertiär.)

62. Ordnung. Primulinae.

943. B fast stets *, meist 5-(4—8)zählig und fast durchgängig verwachsen-blätterig. A diplostemon, aber mit unterdrückten Kelchstaubfäden, selten die letzteren als Drüsen, Schüppchen oder corollinische Staminodien vorhanden, die fruchtbaren Staubgefässe epipetal. Carpelle bei Isomerie episepal, ein fast ausnahmslos oberständiges, 1fächeriges Ovarium mit freier Centralplacenta oder einzeln grundständiger Samenknospe bildend.

944. (Fam. 1.) Primulaceae. Kräuter mit meist verkürztem Stengel und gewöhnlich spiralig, selten quirlig gestellten, nebenblattlosen Blättern. B meist in Dolden, seltener trugdoldig oder rispig. K nur bei Samolus

halboberständig, 5spaltig oder -theilig. C (nur bei Glaux 0) 5lappig, die Abschnitte in der Knospe dachziegelig oder gedreht. A bei Primula im Verhältniss zur Griffellänge von zweifacher Einfügung (§ 741; vgl. auch § 703). Griffel ungetheilt. Placenta frei, central, mit ∞ Samenknospen. Kapsel an der Spitze mit 5 oft 2spaltigen Zähnen, seltener mit Deckel aufspringend. Keimling gerade, im fleischigen Endosperm. 250 Arten; Familie über die ganze Erde verbreitet.

I. 7 Staubgefässe. B sonst 5—9gliederig. C radförmig: Trientalis.
II. 5 Staubgefässe.
A. K halboberständig. Zwischen den Kronenlappen 5 pfriemenförmige Anhängsel: Samolus.
B. Kelch unterständig.
§ Blumenkrone vorhanden.
1. Kapsel mit Deckel aufspringend: Anagallis.
2. Kapsel mit Zähnen aufspringend.
a. Die Zipfel der C am Ende der glockigen Röhre vollständig zurückgeknickt: Cyclamen.
b. C trichter-, teller- oder radförmig.
† K 5theilig.
α. C radförmig, 5theilig: Lysimachia.
β. C tellerförmig, die Röhre walzlich, der Saum 5theilig; im Wasser schwimmende Pflanze: Hottonia.
γ. C trichterförmig, der Saum in ∞ Zipfel zerspalten: Soldanella.
†† K 5spaltig oder -zähnig.
α. Staubgefässe am Grunde frei.
0 Kronenröhre eiförmig, an der Spitze verengert: Androsace.
00 Kronenröhre walzlich oder keulig: Primula.
β. Staubgefässe am Grunde durch einen Ring verbunden: Cortusa.
§§ Blumenkrone fehlend, Kelch gefärbt: Glaux.
III. 4 Staubgefässe, K und C 4gliederig: Centunculus.

Primula officinalis Jacq. und P. elatior Jacq. in verschieden gefärbten Varietäten als Gartenpflanzen, ebenso P. Auricula L., Aurikel. P. chinensis Lindl. aus China, beliebte Topfpflanze, desgleichen mehrere Arten von Cyclamen, Alpenveilchen (C. europaeum L., C. hederaefolium Ait., C. persicum Mill.).

945. (Fam. 2.) Myrsinaceae. ☿ und ♄ der Tropen, etwa 500 Arten. Stimmen im Blüthenbaue mit Primulaceen überein, unterscheiden sich hauptsächlich durch Beerenfrucht.

Ardisia crenulata Vent. (Antillen) häufige Zimmerzierpflanze. Die Früchte von Maesa picta (Abyssinien) liefern ein Bandwurmmittel (Saoria). Clavija ornata Don (Neugranada) von palmenähnlichem Habitus. — 6 Gattungen mit 48 Arten (37 Myrsine) sind aus dem Tertiär bekannt. — Die verwandten **Aegicereae** durch eiweisslose Samen verschieden: Bäume des tropischen Asiens und Australiens; Küstenwälder.

946. (Fam. 3.) Plumbaginaceae. Meist Kräuter mit einfachen, ganzrandigen Blättern in grundständiger Rosette. B in Rispen, deren Aeste Wickel sind, oder in einfachen Aehren mit Gipfelblüthe. K 5zähnig, oft trockenhäutig, weiss und glänzend. C oft bis zum Grunde 5theilig, in der Knospe gedreht. Fruchtknoten mit nur 1 langestielten, grundständigen Samenknospe und 5 Griffeln. Keimling gerade, im spärlichen Endosperm liegend. Frucht eine Nuss oder Kapsel. 250 Arten; Tropen und gemässigte Zonen, vorzüglich Küsten- und Steppenbewohner.

In Deutschland nur Statice (mit Einschluss von Armeria). In Südeuropa noch Plumbago. (P. Larpenthae Lindl. Zierpflanze aus China.)

63. Ordnung. Diospyrinae.

947. B *, 3—8zählig, gewöhnlich K (4), C (4), A 4+4, G (4). Aeussere A häufig unterdrückt, die inneren vor den Krontheilen, zuweilen auch A ∞. Carpelle vor den Kelchtheilen. Fruchtknoten mehrfächerig, mit wandständigen Samenträgern.

948. (Fam. 1.) Sapotaceae. ☿ und ♄ mit Milchsaft. Blätter spiralig, ganzrandig, nebenblattlos. B ☿. A meist 5, oft ∞ Staminodien. Griffel 1. Fächer des vielfächerigen Fruchtknotens mit 1 aus dem Grunde aufsteigenden Samenknospe. Vielfächerige Beere, oft durch Fehlschlagen 1fächerig. Samen mit oder ohne Endosperm. 330 Tropenbewohner.

Dichopsis Gutta Bentley et Trimen (Isonandra Gutta Hook., Ostindien, Sumatra) liefert Guttapercha, Sideroxylon triflorum Vahl das westindische Eisenholz, Achras Sapota L. (Westindien, Südamerika) vorzügliche essbare Früchte, Bassia longifolia L. und B. butyracea Roxb. (Ostindien) in den Samen fettes Oel. — 44 Arten (5 Gattungen) in tertiären Schichten.

949. (Fam. 2.) Ebenaceae. ☿ und ♄ ohne Milchsaft, mit meist dichtem, festem Holze. Blätter spiralig, einfach, lederartig. B achselständig, meist einzeln, ☿ oder meist diclinisch, 3—6zählig. A im Grunde der Kronenröhre eingefügt, seltener bodenständig, meist doppelt so viele als Kronenlappen, oft bis zum Grunde gespalten. Fruchtknoten 3—∞fächerig. Samenknospen in jedem Fache 1—2, hängend. Beerenfrucht. Samen mit knorpeligem Endosperm. 250 tropische Arten.

Diospyros Lotus L., Dattelpflaume (Nordafrika und Südeuropa), mit essbaren Früchten. D. Ebenum Retz. und verwandte Arten, besonders Ceylons, sowie auch Maba Ebenus Spr. (Molukken), das schwarze Ebenholz liefernd. — 43 Arten im Tertiär.

950. (Fam. 3.) Styraceae. Fruchtknoten ganz oder halb unterständig, sonst wie vorige Familie. 220 tropische Arten.

Styrax Benzoin Dry. (Benzoin officinale Hayne), Sundainseln, liefert das officinelle Benzoëharz (Resina Benzoë — Harz, Benzoësäure, oft auch Zimmtsäure), S. officinalis L. (Orient) Storax (obsolet). — 11 Styraceen kommen im Tertiär vor.

64. Ordnung. Contortae.

B *, ☿, ihr Typus: K, C und A 4—∞, seltener A 2; im ersteren Falle A und C alternirend, im letzteren häufig A mit den Carpellen abwechselnd. G (2), Fruchtblätter 1 vorne und 1 hinten. C in der Knospe meist rechts gedreht. Blätter meist gegenständig, gewöhnlich ohne Nebenblätter.

951. (Fam. 1.) Oleaceae. ☿ und ♄ mit rispigen Blüthenständen. K 4zähnig oder 4theilig (Fig. 351), selten 0. C 4spaltig oder tief 4theilig, selten 0, ihre Abschnitte in der Knospe klappig. A 2 mit G (2) alternirend. Fruchtknotenfächer meist mit 2 hängenden, anatropen Samenknospen (Fig. 351 C, 350 A), von denen sich aber nur 1 ausbildet. Kapsel, Beere oder Steinfrucht. Keimling gerade, in der Axe des fleischigen oder hornigen Endosperms (Fig. 350 C). 140 Arten; nördliche gemässigte und heisse Zone.

I. **Oleoideae.** Frucht eine Beere oder Steinfrucht.

Ligustrum: Beere. Phyllirea: Steinfrucht mit zerbrechlicher und Olea: Steinfrucht mit knöcherner Schale.

II. **Fraxinoideae.** Frucht eine Kapsel oder Flügelfrucht.

Syringa: C mit verlängerter Röhre und 4lappigem Saume. 2klappige Kapsel.

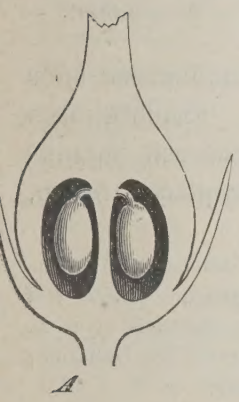
Fraxinus: Blüthen vielehig, ☿ und ♂. K und C oft fehlend (z. B. bei F. excelsior), letztere tief 2—4theilig oder 2—4blätterig. Flügelfrucht.

Olea europaea L., Oelbaum, in Asien heimisch, in den Mittelmeerländern cultivirt, liefert durch Auspressen der Früchte das auch officinelle Olivenöl (Baumöl, Provenceröl). Fraxinus Ornus L., Mannaesche, Südeuropa, liefert Manna (Mannit), die als an der Luft erstarrender Saft aus Einschnitten des Stammes ausfliesst. F. excelsior L., Esche, Waldbaum mit gutem Holze. Syringa in mehreren Arten als Zierstrauch cultivirt, ebenso Ligustrum. — 31 Arten fossil, die meisten im Tertiär, davon 17 zu Fraxinus und 10 zu Olea gehörend.

952. (Fam. 2.) Jasmineae. ♄, oft windend, selten ☿. Blätter meist gefiedert. K und C meist 5—∞zählig, die C in der Knospe dachig-gedreht. Samenknospen aufrecht. Kapsel oder Beere. Endosperm 0 oder kaum angedeutet. 100 tropische, meist asiatische Arten.

Jasminum. Das ätherische Oel einiger Arten zu Parfümerien.

Fig. 350.



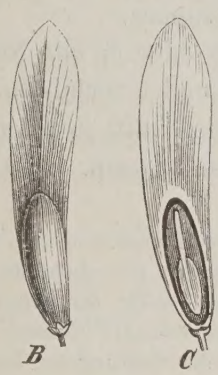
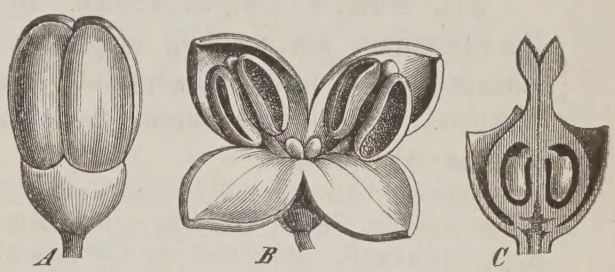
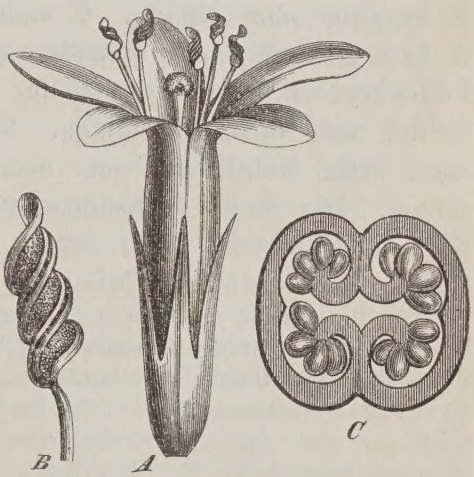


Fig. 351.



953. (Fam. 3.) Gentianaceae. Kräuter mit verschieden gestellten, gewöhnlich ganzen Blättern ohne Nebenblätter. K, C und A meist 4—7-zählig (Fig. 352 A). Staubbeutel öfter verklebt. Fruchtknoten manchmal gestielt, 1fächerig, seltener halb oder ganz 2fächerig, seine Carpelle vollständig verwachsen, die Placenten wandständig, mit ∞ anatropen Samenknospen (Fig. 352 C). Griffel ungetheilt oder eine sitzende, 2spaltige Narbe. Same mit kleinem, geradem Keimling im Grunde des Endosperms. 500 über die ganze Erde verbreitete Arten.

Fig. 352.



I. **Gentianoideae.** Blätter gegenständig. Knospenlage der C gedreht. Samenschale häutig. Landpflanzen.

A. Kapsel 1fächerig. Narbe 2lappig.

a. C cylindrisch-glockig, 4—5lappig, oft mit Zwischenzähnen: Gentiana.

b. C radförmig, 5lappig, jeder Abschnitt am Grunde mit 2 gewimperten Honiggruben: Swertia.

Fig. 350. Olea europaea. A Blüthenknospe und B geöffnete Blüthe, Vergr. 5. C Kelch mit Pistill im medianen Längsschnitte, stärker vergr. Nach Berg u. Schmidt.

Fig. 351. Fraxinus Ornus. A Fruchtknoten im medianen Längsschnitte, stark vergr. B Frucht und C solche mit dem Samen im Längsschnitte, natürl. Grösse.

Fig. 352. Erythraea Centaurium Pers. A Blüthe (Vergr. 5). B Verstäubte Anthere. C Querschnitt des Fruchtknotens.

c. C tellerförmig, 8spaltig, mit 8 Staubgefässen: Chlora.

B. Kapsel halb 2fächerig. Narbe einfach.

a. C 5lappig, mit A 5, die Staubbeutel nach dem Verstäuben spiralig gedreht (Fig. 352 B): Erythraea.

b. C 4lappig, mit A 4, deren Antheren nicht gedreht: Cicendia.

II. **Menyantheae:** Blätter abwechselnd. Knospenlage der C klappig. Samenschale holzig. Sumpf- oder Wasserpflanzen.

Menyanthes: C trichterförmig, die Abschnitte am Rande innen bärtig. Sumpfpflanze mit 3zähligen Blättern. — Limnanthemum (Villarsia): C radförmig, am Schlunde bärtig. Seerosenartige Wasserpflanzen.

Officinell die Wurzel von Gentiana lutea L., Enzian, höhere Gebirge Deutschlands und Alpen (Radix Gentianae rubrae — Gentiopikrin, Gentianose, Gentisin), oder statt dieser auch die von G. purpurea, punctata und pannonica; das Kraut von Erythraea Centaurium Pers., Tausendgüldenkraut (Herba Centaurii — Centaurin, Erythrocentaurin), sowie die Blätter von Menyanthes trifoliata L., Fieber- oder Bitterklee (Folia Trifolii fibrini — Menyanthin). — 4 Arten von Menyanthes in tertiären und quartären Schichten.

954. (Fam. 4.) **Loganiaceae.** Meist ☿ oder ♄ mit Nebenblättern oder die Blattpaare am scheidig erweiterten Grunde verbunden. Fruchtknoten 2fächerig oder durch Scheinwände 4fächerig, mit je 1—mehreren Samenknospen. Kapsel oder Beere. Same mit Endosperm. 350 tropische Arten, manche sehr giftig.

Officinell: die sehr giftigen Samen von Strychnos Nux vomica L. (Krähenaugen, Brechnüsse) Ostindien (Semen Strychni — Strychnin, Brucin); die ebenfalls giftigen Samen von Ignatia amara L., Ignatiusbohnen (Philippinen) sind obsolet. Strychnos guyanensis u. a. A. (Südamerika) liefern im Safte der Rinde das furchtbare Pfeilgift (Curare, Urari) der Indianer; ähnlich wird S. Tieute auf Java verwendet. Eine Art der Gattung im Tertiär.

955. (Fam. 5.) **Apocynaceae.** Meist ☿ und ♄, selten Kräuter, häufig mit Milchsaft, gewöhnlich mit gegenständigen oder quirligen, einfachen ganzrandigen Blättern ohne Nebenblätter. B in Trugdolden oder Doldentrauben, selten einzeln in der Blattachsel. K, C und A meist 5zählig. K 5spaltig oder -theilig. C meist trichterförmig, in der Knospe gedreht. A kurz gestielt, unter einander frei, mit freien oder zu 4 verschmolzenen Pollenkörnern. Die 2 Carpelle völlig verwachsen oder nur oben durch Griffel und Narbe verbunden. Samenknospen ∞, anatrop. Frucht balgkapselartig, steinfrucht- oder beerenartig. Samen am Nabel oft mit Haarschopf. Das meist vorhandene knorpelige Endosperm den geraden Keimling einschliessend. 900 Arten, Tropenbewohner und in gemässigten Zonen, die meisten mit Milchsaft und sehr giftig.

In Deutschland nur Vinca, Immergrün, namentlich V. minor L. in Wäldern, auch in Gärten cultivirt. Häufige Zierpflanze ist Nerium Oleander L., Oleander (Mittelmeerländer). Durch besondere Giftigkeit des Milchsaftes sind Cerbera Thevetia (tropisches Amerika) und Tanghinia madagascariensis P. Th. (Madagascar) ausgezeichnet, dagegen liefert Tabernaemontana utilis Arn. (Südamerika) einen milden, trinkbaren Milchsaft und T. elastica Spr. (Sumatra) Kautschuck. Von Aspidosperma Quebracho Schlecht. (Argentinien) stammt die Quebracho-Rinde (Cortex Quebracho — Aspidospermin, Quebrachin). — Aus dem Tertiär sind 43 Arten bekannt.

956. (Fam. 6.) **Asclepiadaceae.** Häufig Milchsaft führende ☿ oder Kräuter, häufig schlingend, einige von cactusartiger Gestalt (Stapelia). Blätter meist einfach, manchmal fleischig oder lederig, nebenblattlos. K, C und A meist 5zählig. C in Form und Textur sehr verschieden, manchmal wachsartig (Hoya), ihre Abschnitte klappig oder meistens gedreht. A im Grunde der C eingefügt, mehr oder weniger verwachsen, auf dem Rücken mit blumenblattartigen, taschen- oder spornförmigen Anhängseln, ihr Pollen wie

bei gewissen Orchideen (§ 790) zu grössern, gestielten, hängenden Ballen (Pollinarien) verklebt und die Pollinarien je zweier benachbarter Fächer zusammenhängend. Befruchtung durch Vermittelung von Insekten. Die 2 Fruchtblätter nur durch die grosse schildförmig-5eckige Narbe verbunden, unten völlig frei als einfächerige, vielsamige Fruchtknoten. Balgkapseln bei der Reife meist völlig von einander getrennt, die Samenleiste sich von der übrigen Wandung lösend. Same mit sparsamem Endosperm, mit einem Schopf von seidenartigen Haaren. — 1300 Arten in Tropen und gemässigten Klimaten.

Bei uns nur Vincetoxicum officinale Mnch. (Cynanchum Vincetoxicum RBr.), aber Periploca graeca L. (Syrien) und Hoya carnosa RBr., Wachsblume (tropisches Asien), oft cultivirt. Gonolobus Cundurango Triana, ein botanisch ganz ungenügend bekannter Schlingstrauch der Grenzgebiete zwischen Ecuador u. Peru, liefert die officinelle Cundurango-Rinde (Cortex Cundurango). Die Samenhaare von Asclepias syriaca L., Seidenpflanze (Nordamerika) als Ausstopfematerial hie und da noch benutzt, als Gespinnstfaser aufgegeben. A. Acida Roxb. (Ostindien), die heilige Soma-Pflanze der Inder, besitzt einen angenehm säuerlichen Milchsaft. Ebenso enthält Gymnema lactiferum RBr., (Ceylon) trinkbaren Milchsaft (Kuhbaum von Ceylon). Marsdenia tenacissima W. et Arn. (Bengalen) liefert im Baste dauerhafte Gespinnstfasern. Die cactusähnlichen Stapelien besonders am Cap heimisch. — 5 tertiäre Arten.

65. Ordnung. Tubiflorae.

957. Blätter meist spiralig, ohne Nebenblätter. B *, oder wenn ↑ nicht median, fast immer ☿. K (5), [C (5), A 5], G (2—5). A der C eingefügt, unter sich frei, selten eines verkümmert. Fruchtknoten wenigstens im unteren Theile mehrfächerig, Fächer meist mehrsamig. Samenknospe anatrop. Endosperm selten 0.

958. (Fam. 1.) Convolvulaceae. Kräuter mit meist links windendem Stengel, seltener ♄ oder ♄, gewöhnlich mit Milchsaft. Blätter meist einfach, ganz oder gelappt. B einzeln oder in Trugdolden oder Trauben, mit Deckblättern, die oft als Hüllkelch erscheinen. C meist längsfaltig, in der Knospe meist rechts gedreht. G meist (2), von einem unterständigen Discus umgeben, 2—4-, selten 1fächerig, die Carpelle median, jedes Fach mit 1—2 Samenknospen. 1 Griffel, selten 2. Samenträger der Scheidewand nicht verdickt. Frucht eine verschiedenartig aufspringende Kapsel oder Beere. Endosperm spärlich, schleimig. Keimling gekrümmt. 800 Arten der heissen und gemässigten Klimate.

I. **Convolvuleae.** Chlorophyllhaltige Pflanzen mit Laub- und Keimblättern. — In Deutschland nur Convolvulus; C. arvensis L. als Ackerunkraut manchmal schädlich. C. tricolor L., Zierpflanze aus Südeuropa. Arten der Gattung Pharbitis in Gärten cultivirt. Officinell die Wurzelknollen von Ipomoea Purga Wender. und vielleicht einigen anderen Arten Mexikos (Radix Jalapae — Harz, das Convolvulin enthaltend; kratzender Extractivstoff etc.), früher auch die Wurzel von Convolvulus Scammonium L., Kleinasien (Radix Scammoniae — Harz mit Scammonin) und daraus oft auch das Gummiharz als Scammonium in den Handel kommend. In den Tropen die in Südamerika heimische Batate (süsse Kartoffel), Batatas edulis Choisy (Convolvulus Batatas L.) der grossen, stärkereichen Wurzelknollen wegen als wichtiges Nahrungsmittel gebaut.

II. **Cuscuteae.** Chlorophylllose Stengelschmarotzer mit fädigen Stengeln, die sich durch Haustorien befestigen, und kleinen geknäuelten Blüthen, aber ohne Laub- und Keimblätter. — Cuscuta europaea L. gemein auf verschiedenen Pflanzen. C. Epilinum Weihe auf Flachs, C. Epithymum L. auf Klee oft sehr schädlich (Flachs- u. Kleeseide).

Aus der Familie werden 2 Gattungen mit 3 Arten im Tertiär beobachtet.

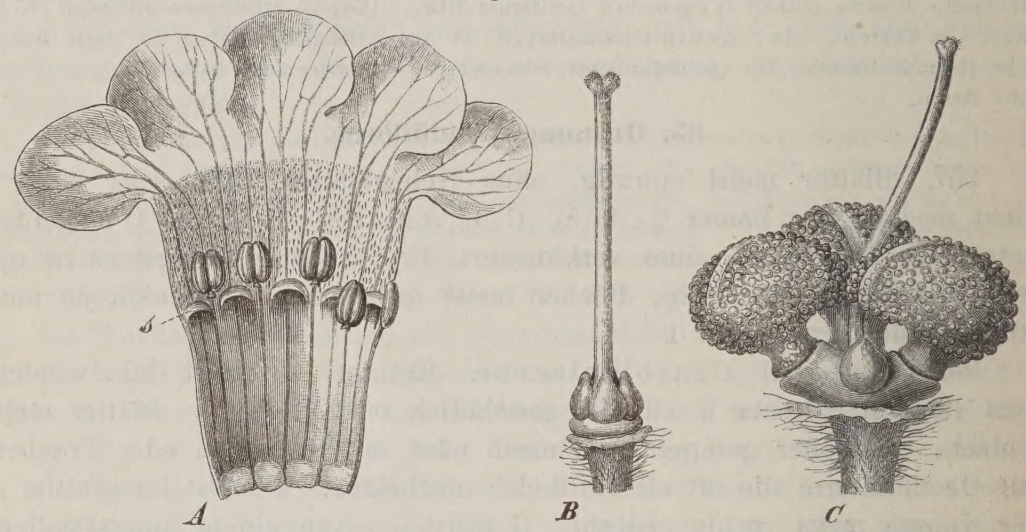
959. (Fam. 1.) Polemoniaceae. Kräuter (bisweilen windend oder

klimmend) ohne Milchsaft. G 3fächerig, mit ungetheiltem Griffel, in jedem Fache 2 aufrechten oder mehreren aufsteigenden, anatropen Samenknospen im Innenwinkel. Kapsel fachspaltig, die Samenleisten als 3flügeliges Säulchen bleibend. Same mit fleischigem Endosperm und geradem Keimling. 120 Arten in den gemässigten Klimaten, besonders in Nordamerika.

Polemonium caeruleum L. wild und wie Arten der Gattung Phlox als Zierpflanze cultivirt. Cobaea scandens Cav., windenartige Zierpflanze in Glashäusern.

960. (Fam. 3.) Hydrophyllaceae. Kräuter mit fieder- oder handtheiligen, seltener einfachen Blättern. Blüthenstände sind Wickel, oft auch schneckenförmig eingerollt. G 1fächerig, mit 2spaltigem Griffel und wandständigen Samenträgern. Keimling gerade. Die Unterfamilie der Hydrocoleaceae mit 2fächerigem Fruchtknoten mit centralen Samenleisten und 2 Griffeln. 80 Arten der warmen und gemässigten Zonen, vorzüglich in Amerika. — Nemophila als häufige Gartenzierpflanze.

Fig. 353.



961. (Fam. 4.) Asperifoliaceae. (Boragineae.) Kräuter, selten Halbsträucher, meist rauhhaarig, seltener kahl. B in Wickeln, die vor der Entfaltung schneckenförmig eingerollt sind. Abschnitte der C, welche häufig mit den Lappen abwechselnde hohle Einstülpungen (Schlundschuppen, fornices Fig. 353 A) zeigt, in der Knospe dachig. Fruchtblätter 2, median; durch falsche Scheidewände und Einschnürung der 2fächerige Fruchtknoten in 4 Klausen getheilt, zwischen denen der Griffel aus dem Grunde der grubigen Vertiefung entspringt (Fig. 353 B); seltener steht er auf der Spitze der Klausen. Jede Klause mit 1 hängenden, anatropen Samenknospe, sich von den anderen bei der Fruchtreife als Nüsschen trennend (Fig. 353 C). Endosperm meist 0. Embryo gerade. 1200 Arten in den gemässigten Zonen und Tropen.

I. **Ehretioideae.** Griffel endständig.

Heliotropium europaeum L. einheimisch; H. peruvianum L. (Peru) beliebte Topfpflanze mit vanilleartig riechenden Blüthen.

II. **Boraginoideae.** Griffel grundständig.

Fig. 353. Alkanna tinctoria. A Aufgeschlitzte und ausgebreitete Krone, *s* Schlundschuppen (Vergr. 4). B Pistill (Vergr. 8). C Reife Früchte, von denen die vierte (vordere) Klause fehlgeschlagen ist (Vergr. 3). Nach Berg u. Schmidt.

A. Klausen innen an den Träger des bleibenden Griffels (Mittelsäule) angewachsen.
1. K nach der Blüthezeit vergrössert, zusammengedrückt, 2klappig. Klausen ohne Stacheln: Asperugo.
2. Kelch nicht zusammengedrückt.
a. Klausen mit widerhakigen Stacheln, aussen nicht vertieft.
* C stieltellerförmig, hellblau. Klausen mit der ganzen Innenseite der Mittelsäule angewachsen, mit hervorragendem, stacheligem Rande: Lappula.
** C trichterförmig, braun. Klausen nur oben mit der Mittelsäule verwachsen, auf der ganzen Aussenfläche stachelig: Cynoglossum.
b. Klausen ohne Stacheln, aussen vertieft, mit eingebogenem, häutigem Rande: Omphalodes.
B. Klausen dem unterständigen Discus eingefügt. Griffel frei.
1. Die 2 Klausen jedes Fruchtblattes zu einer 2fächerigen Theilfrucht verwachsen. C ohne Schlundschuppen: Cerinthe.
2. Klausen getrennt.
a. Klausen am Grunde ausgehöhlt.
* Staubfäden unter der Spitze mit länglichem Anhängsel? Borago.
** Staubfäden ohne Anhängsel.
α. C trichter- oder tellerförmig. Schlundschuppen behaart.
0 Schlundschuppen den Schlund der C schliessend: Anchusa (mit Lycopsis).
00 Krone offen: Nonnea.
β. C röhrig-glockig. Schlundschuppen drüsig-gezähnelt: Symphytum.
b. Klausen am Grunde flach oder gewölbt.
* Schlund der Blumenkrone offen.
α. Saum der Krone unregelmässig: Echium.
β. Saum regelmässig.
0 Krone walzlich-glockig: Onosma.
00 Krone trichter- oder tellerförmig.
† Ohne Schlundschuppen, dafür 5 Haarbüschel: Pulmonaria.
†† Mit kleinen Schlundschuppen oder vorspringenden Falten: Lithospermum.
** Schlund durch kahle Schuppen geschlossen.
α. Klausen unberandet: Myosotis.
β. Klausen von einem vorspringenden Rande umgeben: Eritrichium.

Alkanna tinctoria Tausch (Südosteuropa), die Wurzel des rothen Farbstoffes (Alkannin) wegen technisch verwendet. Borago officinalis L., Borretsch, Südosteuropa, wird als Gemüsepflanze gebaut. — 5 Arten der Gattungen Boraginites und Heliotropites im Tertiär.

962. (Fam. 5.) **Solanaceae.** Kräuter, seltener ♄ oder ♄. Fruchtblätter fast ausschliesslich 2, schief nach vorne und hinten. Fruchtknoten 2fächerig, die Fächer vielsamig, mit dicken, an der Scheidewand stehenden Placenten, von denen zuweilen im unteren Theile noch falsche Scheidewände entspringen und die Frucht halb-4fächerig machen. Samen meist nierenförmig. Endosperm reichlich und fleischig. Keimling meistens gekrümmt. — Kelch meist bleibend, häufig sich nach der Blüthezeit vergrössernd und die Frucht einschliessend. Die meisten Arten narkotisch-giftig. 1250 Arten der heissen und gemässigten Zonen.

Fig. 354.

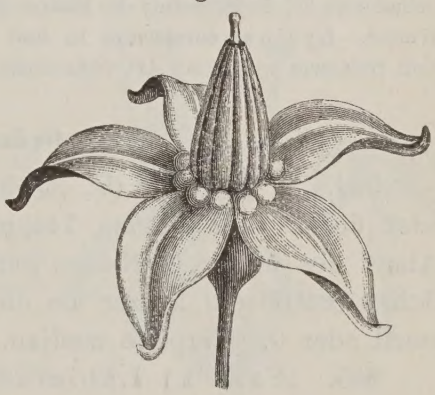


Fig. 354. Solanum Dulcamara L. Blüthe, Vergr. 2.

A. Embryo sehr stark gekrümmt oder eingerollt bis fast spiralig, die Cotyledonen von der Breite des Würzelchens.
1. Beerenfrucht.
a. Kronensaum in der Knospe meist gefaltet oder klappig oder induplicativ: **Solaneae.**
* Antheren kegelig zusammenneigend (Fig. 354).
α. Antheren durch die über die Fächer verlängerten Connective zusammenhängend, innen mit Längsspalten aufspringend: Lycopersicum.
β. Antheren ohne verlängertes Connectiv, an der Spitze mit Poren sich öffnend: Solanum.
** Antheren nicht kegelförmig zusammenneigend.
§ Kelch zur Fruchtzeit stark vergrössert, aufgeblasen, die saftige Beere vollständig einschliessend: Physalis.
§§ Kelch zur Fruchtzeit nicht vergrössert, unter der grossen, fast trockenen Beere stehend: Capsicum.
b. Kronensaum in der Knospe meist dachig: **Atropeae.**
* K 3—5zähnig oder -lappig. ♄ oder kleine ♆: Lycium.
** K tief 5spaltig, fast laubig. C weit röhrig-glockig, kurz und breit 5lappig. ♃: Atropa.
2. Kapselfrucht: **Hyoscyameae.**
a. Kapsel fachspaltig, die Fächer durch falsche Scheidewände getheilt. K röhrig, nach der Blüthezeit an der Basis durch Ringriss sich ablösend. C trichterförmig mit gefaltetem Saume: Datura.
b. Kapsel mit Deckel sich öffnend. K röhrig-glockig. C trichterförmig, mit schiefem, tief 5lappigem Saume: Hyoscyamus.

B. Embryo gerade oder nur wenig gekrümmt, die Cotyledonen oft breiter als das Würzelchen. Beeren- oder oft Kapselfrucht: **Cestrineae,** mit Nicotiana (K bleibend. Kapsel mit 2spaltigen Klappen).

963. Wichtigere Arten sind folgende:

Nicotiana Tabacum L., N. macrophylla Spr., N. rustica L., Amerika; wichtige Culturpflanzen, deren Blätter als Tabak benutzt. Officinell sind die Blätter (Folia Nicotianae — Nicotin, Nicotianin) von N. Tabacum L. Arten der Gattung Petunia, sowie Nicandra physaloides (Südamerika) als Gartenzierpflanzen. Datura Stramonium L., Stechapfel, Orient; officinell sind die Blätter (Herba Stramonii — Daturin = Atropin). Hyoscyamus niger L., Bilsenkraut, einheimisch, die Blätter und Samen officinell (Herba et Semen Hyoscyami — Hyoscyamin). Capsicum longum DC., C. annuum u. a. A. (Südamerika) der Früchte wegen cultivirt, welche den spanischen Pfeffer (Paprika) liefern und auch officinell sind (enthalten Capsicin). Solanum tuberosum L., Kartoffel (Peru und Chile), der stärkereichen Knollen wegen eine der wichtigsten Nährpflanzen. Lycopersicum esculentum Mill., Liebesapfel, Tomate (Südamerika), der essbaren Früchte wegen, besonders in Südeuropa, gebaut. Atropa Belladonna L., Tollkirsche; die Blätter (Folia Belladonnae — Atropin) officinell, früher auch die Wurzel. Lycium europaeum L. und L. barbarum L. als Ziersträucher und verwildert. — Von Solaneen wird eine Art (Solanites) aus dem Tertiär beschrieben.

66. Ordnung. Labiatiflorae.

964. B ☿, ↑. K (5), [C (5), A 5], G (2). C 2lippig, die Oberlippe 2-, oder durch Verwachsung 1lappig, die Unterlippe 3lappig. A meist durch Abort des hinteren Gliedes nur 4 und diese didynamisch, die beiden seitlichen (mittleren) kürzer als die 2 vorderen, zuweilen auch die 2 vorderen steril oder 0. Carpelle median. Griffel ungetheilt. Nebenblätter 0.

965. (Fam. 1.) Labiatae. ☉ oder ♃ Kräuter, selten Halbsträucher, mit 4kantigem Stengel und meist kreuzweis-gegenständigen Blättern. B in achselständigen Trugdolden (Halbquirlen), oft ähren- oder rispenförmig geordnet, selten einzeln. K glockig oder röhrig, meist 5zähnig, manchmal mit Zwischenzähnen, oft 2lippig (Fig. 356 u. 357 A). C 2lippig; Oberlippe oft helmartig, zuweilen den 3 Lappen der Unterlippe fast gleich (Fig. 355—357).

A 4, didynamisch, die kürzeren oft verkümmert (Fig. 355 A, 357 B). Fruchtknoten wie bei den Asperifoliaceen (§ 961) in 4 Klausen getheilt, die als

Fig. 357.

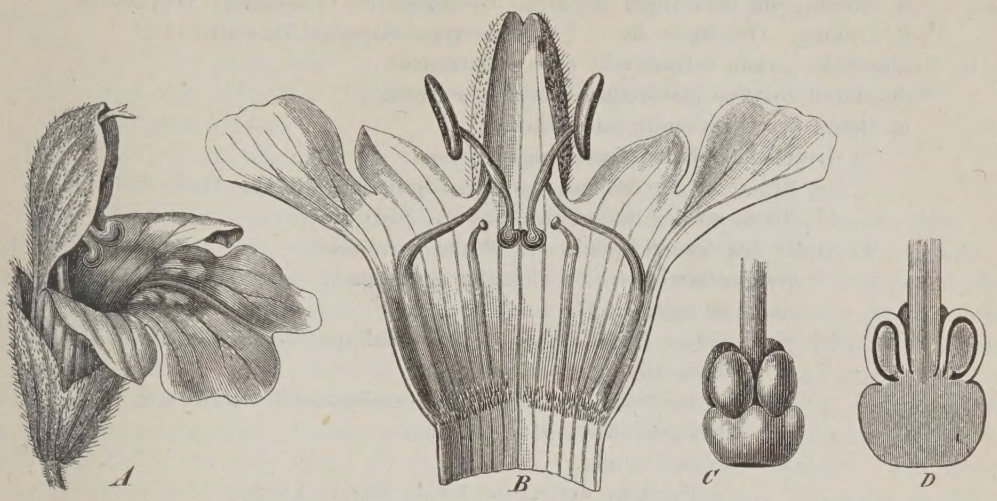
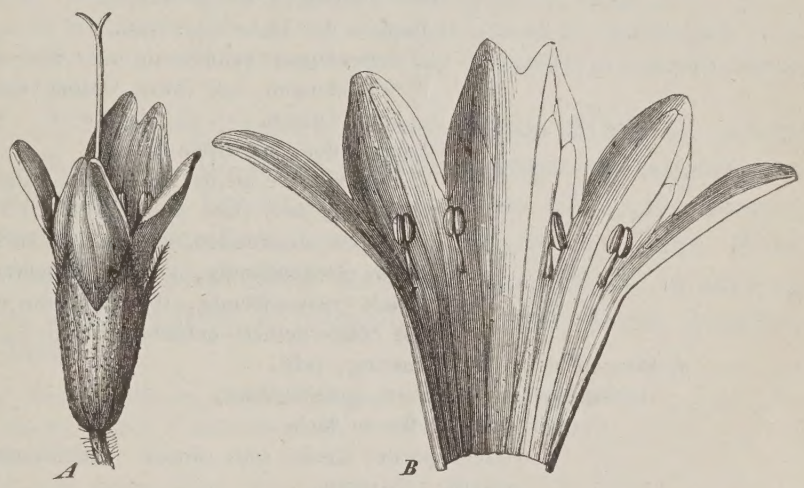


Fig. 356.



4 Nüsschen auseinander fallen; der Griffel im Grunde zwischen denselben entspringend (Fig. 357 C, D). Samenknospe aufrecht, anatrop. Endosperm spärlich. Keimling gerade. 2500 Arten in gemässigten und warmen Zonen.

966. Deutsche Gattungen sind:

A. 2 Staubgefässe.

1. Blumenkrone 4spaltig, kaum länger als Kelch: Lycopus.
2. B 2lippig, viel länger als Kelch.
   a. K 2lippig. Mittelband der Anthere fadenförmig, gebogen, der obere Schenkel meist allein fruchtbar (Fig. 357): Salvia.
   b. K 2lippig. Staubfaden mit einem rückwärts gerichteten Zahne. Mittelband normal: Rosmarinus.

Fig. 355.

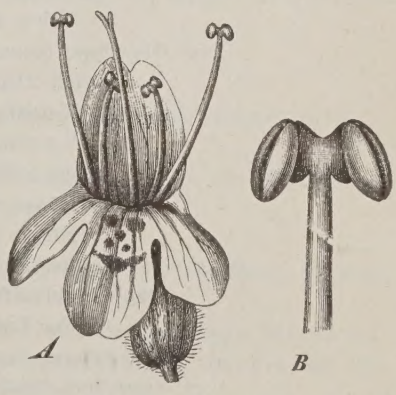


Fig. 355. Thymus Serpyllum. A Blüthe (Vergr. 6). B Anthere.

Fig. 356. Mentha piperita. A Blüthe von der Bauchseite gesehen (Vergr. 8). B Krone auf der Bauchseite aufgeschlitzt und ausgebreitet (Vergr. 10).

Fig. 357. Salvia officinalis. A Blüthe (Vergr. $1^1/_2$). B Krone auf der Bauchseite aufgeschlitzt u. ausgebreitet. C Discus mit Fruchtknoten und Griffelbasis und D solche im Längsschnitte.

B. 4 Staubgefässe.

1. Staubbeutel mit 2 Klappen aufspringend, die innere Klappe kürzer: Galeopsis.
2. Staubbeutel mit Längsspalten aufspringend.
   a. Staubgefässe abwärts gebogen, die unteren länger.
      * K 2lippig, die Unterlippe 4spaltig. Oberlippe der C 4spaltig: Ocimum.
      ** K 5zähnig. Oberlippe der C 2-, Unterlippe 3lappig: Lavandula.
   b. Staubgefässe gerade vorgestreckt oder aufsteigend.
      * Staubbeutelhälften gleichlaufend oder spreizend.
         α. Röhre der C inwendig mit Haarring.
            0 Griffel und Staubgefässe eingeschlossen.
               † Nüsse an der flachen, 3eckigen Spitze abgestutzt: Marrubium.
               †† Nüsse an der Spitze abgerundet: Sideritis.
            00 Griffel aus dem Schlunde der Blüthe vorragend.
               † Staubgefässe sich von einander entfernend, unter der Oberlippe bogig zusammenneigend: Horminum.
               †† Staubgefässe genähert, unter der Oberlippe parallel laufend.
                  × Kelch 2lippig.
                     ! Der fruchttragende Kelch geschlossen: Prunella.
                     !! Kelch offen: Prasium.
                  ×× Kelch 5zähnig.
                     — Oberlippe der Krone klein, flach: Ajuga.
                     = Oberlippe gewölbt oder concav.
                        § Nüsse 3kantig, oben gestutzt.
                           ] Lappen der Unterlippe spitz.
                              ? Seitenlappen zahnförmig oder fehlend: Lamium.
                              ?? Seitenlappen nur etwas kleiner als Mittellappen: Galeobdolon.
                           [] Lappen der Unterlippe stumpf.
                              ? Staubgefässe an der Basis mit Anhängsel: Phlomis.
                              ?? Staubgefässe ohne Anhängsel: Leonurus.
                        §§ Nüsse oben abgerundet, verkehrt eiförmig.
                           ] Kelch glockenförmig, 5- oder 10nervig: Stachys.
                           [] Kelch trichterförmig, 10nervig, die Nerven vorspringend, die Zähne gekielt-gefaltet: Ballota.
         β. Blumenröhre ohne Haarring, kahl.
            0 Staubgefässe genähert, gleichlaufend.
               † Oberlippe der Krone flach.
                  × Unterlippe der Krone sehr concav. Staubbeutel nicht in ein Kreuz gestellt: Nepeta.
                  ×× Unterlippe flach. Staubbeutel in ein Kreuz gestellt.
                     — Kelch walzlich, 5zähnig: Glechoma.
                     = Kelch glockig, 5lappig: Melittis.
               †† Oberlippe concav oder gewölbt.
                  × Kelch 2lippig.
                     — Kelchlippen ganz: Scutellaria.
                     = Kelchlippen gezähnt: Dracocephalum.
                  ×× Kelch 5zähnig.
                     — Nüsse abgerundet: Betonica.
                     = Nüsse dreieckig abgestutzt: Chaiturus.
            00 A von einander entfernt, oberwärts auseinander tretend, gerade.
               † Staubbeutelhälften parallel.
                  × Oberer Lappen der 4spaltigen Krone ungetheilt: Pulegium.
                  ×× Oberer Lappen ausgerandet: Mentha (Fig. 356).
               †† Staubbeutelhälften spreizend.
                  × Krone fast gleich 4spaltig: Elsholtzia.
                  ×× Krone 2lippig: Hyssopus.
            000 A von einander entfernt, unter der Oberlippe bogig zusammenneigend: Melissa.

** Staubbeutelhälften an ein dreieckiges Mittelband jederseits angewachsen.
α. Kelch vollkommen 2lippig.
0 Staubgefässe gerade, oberwärts auseinander tretend: Thymus (Fig. 355).
00 Staubgefässe oberwärts bogig zusammenneigend.
† Unter den Blüthenquirlen eine aus borstenförmigen Deckblättern gebildete Hülle: Clinopodium.
†† Hülle fehlt: Calamintha.
β. Kelch undeutlich 2lippig, 13—15rillig: Micromeria.
γ. Kelch 5zähnig.
0 Staubgefässe oben bogig zusammenneigend: Satureja.
00 Staubgefässe gerade, oben auseinander tretend: Origanum.

967. Die Labiaten sind grösstentheils reich an ätherischen Oelen und finden daher auch vielfache Verwendung. Die wichtigsten Arten in dieser Beziehung sind: Mentha aquatica L. var. crispa, Krauseminze (mit Menthol als Bestandtheil), M. piperita L., Pfefferminze (England, mit Carvol als Bestandtheil); Rosmarinus officinalis L. (Südeuropa); Salvia officinalis L., Salbei (Südeuropa); Origanum Majorana L., Mairan, Majoran (Orient, Nordafrika); Thymus vulgaris L., Gartenthymian (Südeuropa, mit Thymol), Th. Serpyllum L., Quendel (mit Cymen); Melissa officinalis L., Melisse (Südeuropa); von sämmtlichen die durch ätherisches Oel ausgezeichneten Blätter, ferner die ebenfalls ätherisches Oel enthaltenden Blüthen von Lavandula officinalis Chaix (L. vera DC. etc.) aus Südeuropa officinell. Die meisten der nicht einheimischen Arten werden daher auch im Grossen gebaut, besonders da ihr Oel auch in der Parfümerie Verwendung findet. Letzterer dient dann noch Pogostemon Patchouli Pell. aus Ostindien. Wichtigere Küchengewürze liefern Ocimum Basilicum L., Basilicum (Ostindien), Origanum Majorana L. (s. oben), Satureja hortensis L., Bohnenkraut (Südeuropa). Arten von Plectranthus und Coleus werden der dunkelroth gezeichneten Blätter wegen als Zierpflanzen cultivirt.

968. (Fam. 2.) **Scrophulariaceae.** Fruchtknoten 2fächerig (selten 1fächerig oder nur am Grunde 2fächerig), die Samenträger auf der Scheidewand, mit ∞ Samenknospen. Frucht fast stets eine 2klappige Kapsel. Samen endospermhaltig, mit geradem, nur selten gebogenem Keim. Sonst wie die Labiaten. Das fünfte Staubgefäss manchmal ausgebildet, in anderen Fällen die seitlichen oder vorderen A fehlschlagend. 1900 Arten, gemässigte und heisse Zone.

I. **Antirrhineae.** Kronendeckung meist absteigend. Keine Parasiten.
A. Staubgefässe 2, bisweilen noch 2 unfruchtbare.
1. Narbe ungetheilt.
a. Kapsel herzförmig ausgerandet: Veronica.
b. Kapsel zugespitzt: Paederota.
2. Narbe 2lappig. Die 2 unteren unfruchtbaren A vorhanden bis fast ganz 0: Gratiola.
B. Staubgefässe 5: Verbascum.
C. Staubgefässe 4, didynamisch.
1. Kapsel 1fächerig. Krone 2lippig: Lindernia.
2. Kapsel nur am Grunde 2fächerig. Krone fast regelmässig 5spaltig: Limosella.
3. Kapsel vollständig 2fächerig.
a. Kapsel 2klappig oder durch Theilung der Klappen 4klappig. Schlund der Krone offen.
α. Krone fast kugelig, kurz 5lappig, 2lippig: Scrophularia.
β. Krone cylindrisch, 2lippig: Anarrhinum.
γ. Krone aus kurzer Röhre glockig oder röhrig-glockig, mit schiefem, kurzem, 4lappigem Saume: Digitalis.
b. Kapsel an der Spitze mit 1—3 Löchern oder mit 4—10 klappenartigen Zähnen aufspringend. Schlund der Krone durch den blasig emporgewölbten Gaumen der Unterlippe geschlossen.
α. C am Grunde der Röhre gespornt. Kapselhälften ziemlich gleich: Linaria.
β. C am Grunde nur mit sackartiger Erweiterung. Kapsel schief eiförmig: Antirrhinum.

II. **Rhinanthaceae.** Kronendeckung meist aufsteigend. Chlorophyllhaltige oder chlorophyllose Wurzelparasiten.

I. Pflanze ohne Chlorophyll, mit schuppigen, gegenständigen Niederblättern. Unter dem Fruchtknoten eine halbmondförmige Drüse: Lathraea.

II. Pflanzen mit Chlorophyll und normalen Blättern.

A. Kelch 5zähnig (oder 2—5zähnig).

1. K röhrig. Oberlippe der C 2spaltig, Unterlippe 3spaltig, mit fast gleichen Zipfeln: Tozzia.

2. Kelch röhrig oder aufgeblasen. Oberlippe helmförmig, zusammengedrückt; Unterlippe 3lappig: Pedicularis.

B. Kelch 4zähnig oder -spaltig.

1. Same glatt, flügellos oder von einem kreisrunden Flügel umzogen. Kelch aufgeblasen: Alectorolophus (Rhinanthus).

2. Same glatt, flügellos. Kelch röhrig: Melampyrum.

3. Same gerippt, Rippen flügellos: Euphrasia.

4. Same auf der einen Seite 3flügelig, die Flügel quergestreift: Bartsia.

969. Officinell: Digitalis purpurea L., Fingerhut (Folia Digitalis — Digitoxin, Digitalin, Digitaleïn etc.); die Blüthen von Verbascum phlomoides L., V. Thapsus L. und V. thapsiforme Schrad., Wollkraut, Wollblumen (Flores Verbasci — Gummi, Zucker). Als Zierpflanzen in Gärten cultivirt: Arten von Pentastemon, Digitalis, Mimulus (M. luteus L., aus Amerika, an Flussufern hie und da eingebürgert), Calceolaria (Pantoffelblume; Peru und Chile), Veronica (Ehrenpreis), Antirrhinum (Löwenmaul) etc. Als Zierbaum, der aber nur im Süden reichlich blüht, ist Paulownia imperialis Sieb. et Zucc. aus Japan beliebt. — Im Tertiär 3 Gattungen mit 4 Arten, darunter 2 von Verbascum.

970. (Fam. 3.) **Lentibulariaceae (Utricularieae).** ♃ Wasser- oder Sumpfpflanzen, von den Scrophulariaceen durch die allein entwickelten vorderen A 2, sowie durch die freie, vielsamige Centralplacenta des 1fächerigen Fruchtknotens verschieden. Endosperm 0. Embryo gerade. Als fleischverdauende Pflanzen bekannt (§ 233). 180 Arten in warmen und gemässigten Zonen.

Utricularia: Kelch tief 2theilig, mit ungetheilten Abschnitten. Staubbeutel mit Längsspalte aufspringend. Kapsel unregelmässig zerreissend. Wasserpflanzen mit untergetauchten, vieltheiligen Blättern, an denen einzelne Zipfel zu rundlichen Schläuchen ausgebildet sind und zum Einfangen kleiner Thiere dienen. Blüthen gelb. — Pinguicula: Kelch fast 2lippig bis 5spaltig. Staubbeutel quer aufspringend. Kapsel 2klappig. Auf Moorwiesen wachsende Pflanze mit drüsenhaarigen, ungetheilten Blättern in grundständiger Rosette und blauvioletten Blüthen.

971. (Fam. 4.) **Gesneraceae.** ☉ oder ♃ Kräuter, selten Halbsträucher. Blätter gegenständig, quirlig oder spiralig. K ober- oder unterständig, meist 5theilig. A 4 didynamisch oder 2 unfruchtbar, manchmal auch ein fünftes als Staminodium. Fruchtknoten typisch 1fächerig, mit wandständigen, vielsamigen Placenten. Frucht eine 2klappige Kapsel oder eine Beere. Endosperm 0 oder vorhanden. 850 Arten; heisse und gemässigte Zonen, meistens Amerikaner.

I. **Gesnereae.** Samen mit Endosperm.

Arten der Gattungen Achimenes, Columnea, Gloxinia etc., alle aus dem tropischen Amerika, sind beliebte Topfpflanzen. Sesamum indicum L. (Ostindien) als Oelpflanze wichtig (Sesamöl).

II. **Cyrtandreae.** Endosperm fehlt.

Vorzüglich im tropischen Asien, auf Madagascar, am Cap und in Australien heimisch. Arten von Aeschinanthus häufig als Topfgewächse cultivirt.

III. **Orobancheae.** Wurzelparasiten ohne Chlorophyll, aber oft mit lebhaften Farben, mit kleinen, schuppigen Niederblättern. Samen sehr klein, mit Endosperm und sehr rudimentärem Embryo ohne Keimblätter (S. 427, Fig. 271).

Orobanche: B ohne Vorblätter. K 2blätterig, die Hälften meist 2spaltig und unten öfter unter einander verbunden. — Phelipaea: B mit 2 Vorblättern. K 4—5spaltig oder -zähnig. — Einzelne Arten werden auf Culturpflanzen oft sehr schädlich, so Phelipaea ramosa

Mey. auf Hanf (Hanfwürger, Hanftod), seltener auf Tabak; Orobanche rubens Wallr. manchmal auf Medicago sativa (Luzerne).

972. (Fam. 5.) **Bignoniaceae.** ♄ und ♄ mit häufig windenden oder kletternden Stämmen (Lianen), die sich bei manchen Gattungen durch abnormen Holzbau auszeichnen (§ 189). B selten einzeln, meist in ansehnlichen Rispen. C glockig oder röhrig, mit unregelmässigem, gelapptem Saume. Oft das fünfte Staubgefäss als Staminodium, manchmal nur 2. Fruchtknoten 2fächerig oder durch geflügelte Scheidewand selten falsch-4fächerig. Kapsel oft schotenartig. Samen ohne Endosperm, meist stark plattgedrückt, mit auffallend geflügeltem Rande; der Flügel dünnhäutig, oft zerschlitzt. 500 Arten, fast nur in den Tropen.

Manche Arten werthvoll durch Nutzholz, so Jacaranda obtusifolia H. et B., Südamerika (Palisanderholz) und J. brasiliana Pers., Brasilien (Jacarandaholz). Bignonia-Arten mit schlingenden Stämmen oft als Tauwerk benutzt. Catalpa cordifolia Mnch., Trompetenbaum, Nordamerika, oft als Zierbaum angepflanzt. Tecoma radicans Juss., Amerika, oft in Gewächshäusern. — 6 tertiäre, grösstentheils lebenden Gattungen angehörende Arten (Bignonia, Catalpa etc.).

973. (Fam. 6.) **Acanthaceae.** ♄, Halbsträucher oder Kräuter mit einfachen oder fiedertheiligen Blättern und meist in Aehren oder Trauben stehenden B, von denen jede durch ein grösseres und 2 kleinere Hochblätter gestützt ist. A 4 didynamisch (oft noch ein Staminodium), selten nur 2. Fruchtknoten 2fächerig, jedes Fach mit 2 — mehreren — ∞ Samenknospen auf der Scheidewand angehörender Placenta. Kapsel 2klappig. Endosperm 0. Embryo gerade oder gekrümmt. 1350 meist den Tropen angehörende Arten, vorzüglich in Südamerika und Indien.

Acanthus mollis L. (Südeuropa) wird häufig der schönen Blätter wegen, die den griechischen Bildhauern als Modelle zur Nachbildung an den Kapitälen der korinthischen Säulen dienten, cultivirt. In Glashäusern oft Goldfussia anisophylla Nees (Nepal), Thunbergia alata Hook. (Ostindien, Schlingpflanze). Arten von Aphelandra, Justicia, Eranthemum etc. als Zierpflanzen. — Cystolithen § 87.

974. (Fam. 7.) **Globulariaceae.** Kleine Halbsträucher mit meist grundständigen, fast ganzrandigen, seltener eingeschnittenen, lederigen Blättern und in Köpfchen mit spiralig gestellten Deckblättern stehenden B. A 4 etwas didynamisch, mit 2fächerigen, mit gemeinsamer Längsspalte aufspringenden Antheren. 1fächeriger Fruchtknoten mit 1 hängenden Samenknospe und seitlichem Griffel. Same mit Endosperm und geradem Keimling. 12 besonders den Mittelmeerländern angehörende Arten. Globularia.

975. (Fam. 8.) **Verbenaceae.** ♄ oder Halbsträucher, seltener ♄ und Kräuter mit gegenständigen oder wirteligen Blättern und rispigen oder trugdoldig-rispigen, seltener ähren- oder kopfförmigen Blüthenständen. A 4 didynamisch oder A 2. Fruchtknoten 1—2fächerig oder durch falsche Scheidewände 4fächerig, mit 4 aufrechten oder aufsteigenden, anatropen Samenknospen. Frucht meistens in 2 2samige oder 4 1samige Theilfrüchte zerfallend, wie bei den Labiaten, aber der Griffel an der Spitze der Klausen eingefügt. Endosperm spärlich. Keimling gerade. 700 Arten; Tropen und gemässigte Zonen.

Bei uns Verbena officinalis. V. chamaedrifolia Juss., V. incisa Hook. u. a. amerikanische Arten, sowie Arten der Gattung Lantana, sind beliebte Zierpflanzen. Tectona grandis L., grosser ostindischer Baum, liefert das als Schiffsbauholz berühmte Teakholz. — 2 tertiäre Arten.

976. (Fam. 9.) Plantaginaceae. Meist Kräuter mit bald verkürztem, bald verlängertem Stengel und gewöhnlich einfachen, oft grundständigen, spiralig gestellten Blättern. B in langen oder kopfförmigen Aehren mit Deckblättern (Plantago), scheinbar regelmässig, meist ☿. K 4blätterig, mit 2 oft grösseren Blättern vorne und 2 hinten (nach Analogie von Veronica). C trockenhäutig, regelmässig 4theilig, der obere Lappen der Oberlippe entsprechend. A 4 gleichlang, vor den Kelchblättern stehend, in der Knospe einwärts gebogen. Fruchtknoten 1- oder 2fächerig, durch falsche Scheidewände zuweilen 4fächerig, 1—mehrsamig. Samenknospen anatrop. Griffel ungetheilt. Frucht nussartig oder eine quer aufspringende Kapsel. Der gerade Keimling in der Axe des fleischigen Endosperms. 200 Arten der gemässigten Zone.

Plantago: B ☿. Kapsel quer aufspringend, mit 2 ein- bis mehrsamigen Fächern. Landpflanzen. — Littorella: B einhäusig. K der ♀ B meist 2—3blätterig. Frucht eine hartschalige, 1samige Nuss. Sumpf- oder Wasserpflanze mit lineal-pfriemenförmigen Blättern. — Officinell die Samen von Plantago Psyllium L., Südeuropa (Flohsamen, Semen Psyllii — Bassorin).

67. Ordnung. Campanulinae.

B * oder ↑, ihr Typus K 5, C (5), A (5) oder A 5, G $\overline{(2-5)}$. K blattartig, mit schmalen Zipfeln. A meist ohne Zusammenhang mit der C, aber oft unter sich verwachsen, zuweilen unvollzählig.

977. (Fam. 1.) Campanulaceae. Kräuter oder Halbsträucher mit meist spiralig gestellten, einfachen Blättern ohne Nebenblätter, oft mit Milchsaft. B ☿, meist *. K zuweilen nur halboberständig, 5theilig oder 5spaltig. C mit 5lappigem Saume, der unpaare Abschnitt vorne. A 5, mit den Kronenlappen abwechselnd, die Staubfäden an der Basis verbreitert, die Staubbeutel öfter am Grunde verwachsen. Fruchtknoten 2—5fächerig, meist 3fächerig, mit mittelständigen Samenleisten. Samenknospen ∞, horizontal, anatrop. Griffel 2—5theilig. Frucht meistens eine Kapsel, deren Fächer an der Spitze oder am Rande mit Löchern aufspringen, oder sich mit Längs- oder Querspalten öffnen. Keimling in der Axe des fleischigen Endosperms. 500, die gemässigten und warmen Zonen bewohnende Arten.

978. Deutsche Gattungen sind:

I. C bis fast zum Grunde in 5 linealische, von unten nach oben sich trennende Abschnitte getheilt.
   A. Staubfäden fadenförmig. Kapsel an der Spitze 2klappig: Jasione.
   B. Staubfäden unten verbreitert. Kapsel mit seitlichen Löchern aufspringend: Phyteuma.
II. C trichter-, glocken- oder radförmig, mit 5lappigem Saume.
   A. Kapsel mit Löchern aufspringend.
      1. Oberweibige Scheibe flach. Kapsel kreiselförmig. C glockenförmig: Campanula.
      2. Oberweibige Scheibe um den Griffel in Form eines Röhrchens erhöht, sonst wie 1: Adenophora.
   B. Kapsel prismatisch, mit Seitenritzen sich öffnend. Die C radförmig: Specularia.
   C. Kapsel an der Spitze mit 3—5 Klappen aufspringend. Die C glocken- oder trichterförmig: Wahlenbergia.

Arten von Campanula, Glockenblume, werden als Zierpflanzen cultivirt. Die rübenförmige Wurzel von C. Rapunculus L., Rapunzel, dient als Gemüse.

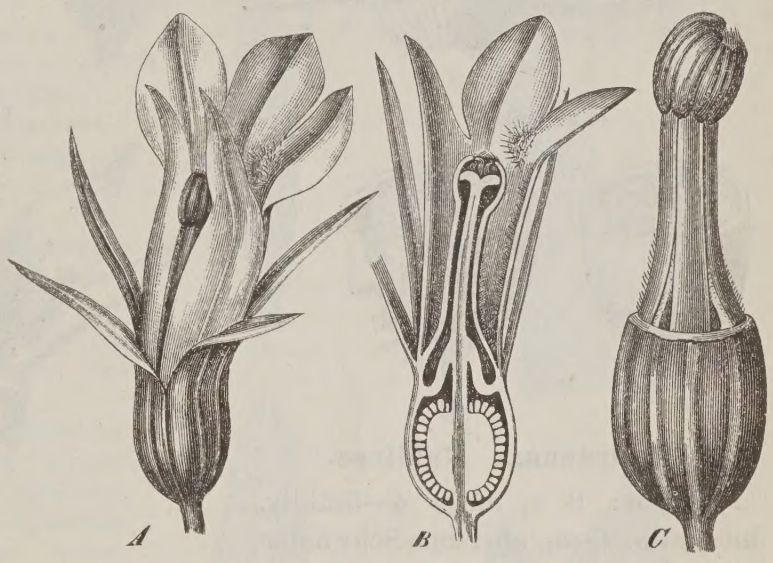
979. (Fam. 2.) Lobeliaceae. Meist Milchsaft führende Kräuter, selten Holzgewächse, mit spiraligen Blättern ohne Nebenblätter. B meist ☿, meist ↑, oft umgewendet. C auf der Vorderseite meist der Länge nach ge-

spalten, der Saum 2lippig, der vordere Abschnitt 2lappig, der hintere grössere 3lappig. Durch Drehung des Blüthenstieles wird jedoch die vordere Lippe zur Oberlippe, die hintere zur 3lappigen Unterlippe. Oberer Theil der Staubfäden und die Antheren zu einer Röhre verwachsen. Fruchtknoten 2—3fächerig und mit mittelständigen (durch Verkümmerung auch 1fächerig und dann mit wandständigen) Samenleisten. 1 Griffel mit meist 2lappiger Narbe. Frucht eine Beere oder eine fachspaltig aufspringende Kapsel. Keimling in der Axe des fleischigen Endosperms. 480, den Tropen und gemässigten Klimaten angehörende Arten.

In Deutschland nur Lobelia Dortmanna L., untergetaucht in Seen und Sümpfen wachsendes Kraut mit zur Blüthezeit emportauchenden Aehren. L. inflata L. (Nordamerika) ist officinell (Herba Lobeliae — Lobelin, Lobelacrin). — Verschiedene Lobelien als Zierpflanzen.

980. (Fam. 3.) Stylidiaceae. Meist Kräuter ohne Milchsaft und oft mit verkürzter Axe. Blätter spiralig, nebenblattlos, einfach. B ↑. A durch Fehlschlagen nur 2, mit dem Griffel verwachsen, die meist weit aus der C vorragende Griffelsäule knieförmig gebogen, reizbar (§ 334). G 2fächerig, mit centralen Placenten. 100 meist australische Arten.

Fig. 358.



981. (Fam. 4.) Cucurbitaceae. Meist ⊙, seltener ♃, saftreiche Kräuter, die mittelst spiralig gerollter Ranken klettern. Blätter spiralig gestellt, rauh, handnervig, meist am Grunde herzförmig, oft 5lappig. B ∗, einzeln achselständig oder in achselständigen Inflorescenzen, meist monöcisch, seltener diöcisch. K 5gliederig, der unpaare Abschnitt nach hinten. A 5, durch Verwachsung meist nur 3 (d. h. 2 Paare verwachsen und 1 frei) oder auch 1 (alle 5 verwachsen — § 714), mit gewundenen Antheren. G $\overline{(3)}$, seltener G $\overline{(4—5)}$, 1- bis mehrfächerig, mit meist ∞ Samenknospen. Griffel meist sehr kurz, mit 3—5lappiger Narbe. Frucht eine meist sehr grosse Beere (Kürbisfrucht). Endosperm 0. 500, meist den subtropischen Zonen und den Tropen angehörende Arten. Vgl. Fig. 359, auf S. 542.

In Deutschland nur Bryonia wild; die rübenförmige Wurzel von B. alba L. und B. dioica Jacq. früher officinell. Cucumis sativus L., Gurke und C Melo L., Melone, beide aus Asien, ferner Curcurbita Pepo L., Kürbis, ebenfalls in Asien heimisch, werden der Früchte wegen cultivirt. Andere Curcurbitaceen, namentlich Curcurbita Melopepo L., Türkenbund (Süd-

Fig. 358. Lobelia inflata. A Blüthe halb vom Rücken gesehen (Vergr. 3), B solche im transversalen Längsschnitte. C Fruchtknoten mit Staubgefässen. Nach Berg u. Schmidt.

asien), Lagenaria vulgaris Ser., Flaschenkürbis (Ostindien), Ecbalium Elaterium Rich., Spritzgurke (Südeuropa) etc. in Gärten cultivirt. Officinell sind die Früchte von Citrullus Colocynthis Arn. (Orient), Koloquinthe (Colocynthides — Colocynthin); C. vulgaris Schrad., Wassermelone (Ostindien), die Früchte in den Tropen beliebtes Nahrungs- und Erfrischungsmittel.

Fig. 359.

Fig. 360.

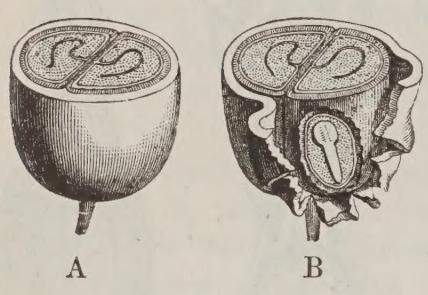


Fig. 361.

68. Ordnung. Rubiinae.

Typus: B *, meist 4—5zählig, mit blattartigem, aber zum Schwinden geneigtem K, der C eingefügten Staubgefässen und G $\overline{(2-5)}$. Blätter gegenständig, mit meist verwachsenen Nebenblättern. Die beiden kaum von einander verschiedenen Familien dieser Ordnung werden neuerdings bisweilen in eine einzige (Rubiaceae) vereinigt.

982. (Fam. 1.) Rubiaceae. Holzgewächse oder Kräuter mit gegenständigen, ungetheilten, ganzrandigen Blättern mit Nebenblättern. B meist

---

Fig. 359. Citrullus Colocynthis. A ♂ Blüthe: mit Kelch (*k*) aufgeschlitzt und ausgebreitet (Vergr. 2). B Doppel-Staubgefäss. C ♀ Blüthe halbirt, aber die obere Griffelhälfte sammt Narbe unverletzt (Vergr. 2). Nach Berg u. Schmidt.

Fig. 360. Coffea arabica. A Frucht quer durchschnitten und B ebenso, doch zugleich der Embryo des einen Samens blossgelegt. Schwach vergr. Nach Baillon.

Fig. 361. Rubia tinctorum. A Sechszählige Blüthe (Vergr. 5). B Medianer Längsschnitt der Blüthe. C Frucht (natürl. Gr.) und D solche im medianen Längsschnitte. Nach Berg u. Schmidt

*, K blattartig oder oft nur als gezähnter, undeutlicher Saum auf dem Fruchtknoten. C 4—5spaltig, mit klappiger Knospenlage. Meist G $\overline{(2)}$, 2fächerig, jedes Fach mit 1 oder mehreren anatropen Samenknospen. Griffel einfach oder zweitheilig. Frucht kapsel-, beeren-, steinfrucht- oder nussartig. Keimling in der Axe oder am Grunde des knorpeligen Endosperms. 4100 Arten in den Tropen und gemässigten Ländern.

I. **Stellatae.** Nebenblätter gross, oft getheilt, blattartig, daher scheinbar in 6-oder mehrgliederigen Quirlen stehende Blätter, von denen aber nur die eigentlichen Blätter Achselsproses entwickeln. B typisch 4gliederig, doch manchmal mit Abweichungen. (Fig. 361 A). Frucht in 2 nuss- oder steinfruchtartige, 1samige Klausen zerfallend (Fig. 361 C, D). ☉ oder ♃ Kräuter, vorzüglich der gemässigten Zonen. Dahin auch die deutschen Gattungen:

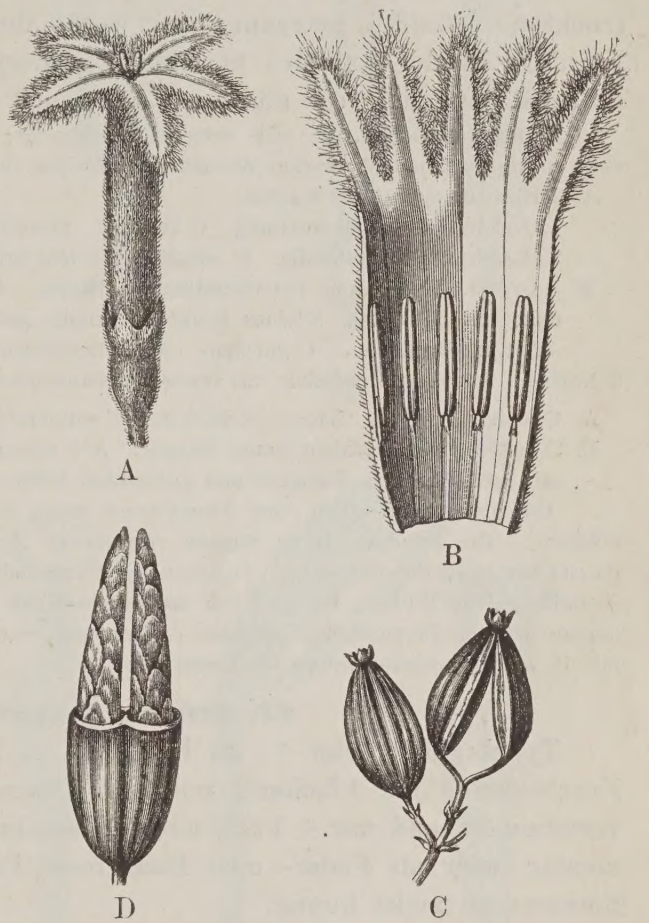
A. C 4spaltig, mit 4 Staubgefässen. Frucht trocken.
   1. Kelchsaum 6zähnig, mit 2 kleineren Zähnen. C trichterförmig: Sherardia.
   2. Kelchsaum undeutlich.
      a. C trichter- oder glockenförmig: Asperula.
      b. C radförmig: Galium.

B. C meist 5spaltig, radförmig, mit 5 Staubgefässen. Frucht saftig: Rubia.

II. **Coffeae.** Nebenblätter schuppenförmig. Fruchtfächer 1samig (Fig. 360).

III. **Cinchoneae.** Nebenblätter schuppenförmig. Fruchtfächer vielsamig (Fig. 362).

Fig. 362.



983. Zahlreiche Nutzpflanzen, von denen die wichtigsten folgende: I. Asperula odorata L., Waldmeister, Coumarin enthaltend, hauptsächlich zum Maitrank verwerthet. Rubia tinctorum L., Krapp, Färberröthe (Orient), des Farbstoffes (Alizarin und Purpurin) wegen wichtige Culturpflanze. — II. Coffea arabica L., Kaffeebaum, aus Ostafrika stammend, in den ganzen Tropen der Steinfrüchte wegen gebaut, deren Samen die Kaffeebohnen bilden; ihr Hauptbestandtheil ist Coffeïn u. Kaffeegerbsäure. Cephaëlis Ipecacuanha Willd. (Psychotria Ipecacuanha J. Müll.), Brechwurzel, Brasilien, officinell (Radix Ipecacuanhae — Emetin). — III. Uncaria Gambir Roxb., Hinterindien und Sundainseln, liefert Gambir (Gambir-Catechu, Terra japonica — mit Catechin). Cinchona L., China- oder Fieberrindenbäume, Bewohner der östlichen Abhänge der Anden Perus und Bolivias zwischen 2000—3500 m über dem Meere, jetzt auch in Ostindien und auf Java cultivirt, liefern in ihrer Rinde ausser anderen Stoffen vorzüglich Chinin und Cinchonin. Von den zahlreichen in den Handel kommenden Rindensorten ist die Abstammung nicht immer sicher bekannt. Als die wichtigsten Arten sind zu bezeichnen: C. Calisaya Weddel (Grenzgebiete Peru's u. Bolivia's), C. succirubra Pavon (Nord-Peru, Ecuador), C. officinialis Hook. (Peru, Ecuador), C. lancifolia Mutis (Columbien), C. Ledgeriana

Fig. 362. Cinchona Calisaya. Blüthe (Vergr. 3). B Krone, aufgeschlitzt und ausgebreitet. B Reife Kapseln, die eine geöffnet (natürl. Gr.). D Kapsel mit entfernter oberer Hälfte des Pericarps, die Samenlage zeigend. Nach Berg u. Schmidt.

Moens (auf Java cultivirt aus bolivianischem Samen). Chinin enthält auch die Rinde von Remijia Purdieana Weddell u. R. pedunculata Triana (Gebiet des Magdalenenstromes in Südamerika), welche als China cuprea in den Handel kommt, doch nicht den Bau der echten Chinarinden zeigt. Falsche Chinarinden kommen namentlich von Arten der Gattungen Ladenbergia und Exostemma.

27 Rubiaceen, grösstentheils den Cinchoneen angehörend, im Tertiär.

984. (Fam. 2.) Caprifoliaceae. Meist Holzgewächse, zuweilen windend. Blätter gegenständig, meist ohne Nebenblätter. B * oder ↑, meist 5gliederig. Saum des K 4—5spaltig oder -theilig. C meist mit dachiger Knospenlage. A 5 gleichlang, bei Linnaea 4 didynamische. G 2—5fächerig, die Fächer mit 1 oder mehreren hängenden oder horizontalen, anatropen Samenknospen auf scheidewandständigen Placenten, oft mehrere Fächer unfruchtbar. Griffel getrennt oder verbunden. Beeren oder Steinfrüchte. Keimling in der Axe des fleischigen Endosperms. 200 Arten, gemässigte Klimate, besonders die nördliche Halbkugel bewohnend.

I. **Sambucoideae.** C rad- oder glockenförmig, meist *. Griffel 3—5, getrennt oder eben so viele sitzende, zuweilen verwachsene Narben. Fruchtknotenfächer mit 1 Samenknospe.

A. 3 Narbenlappen oder Narben.

1. Kelchsaum halboberständig. C 5theilig. Steinfrucht mit 3—5 Steinen: Sambucus.
2. Kelchsaum oberständig. C 5spaltig. Frucht mit 1 Steine: Viburnum.

B. 5 Griffel. Kelchsaum halboberständig, 3lappig. Staubgefässe bis zum Grunde 2theilig, daher scheinbar 10. Kleines Kraut mit kopfig gestellten, grünlichen Blüthen: Adoxa.

II. **Loniceroideae.** C glocken- oder röhrenförmig, meist ↑. Griffel ungetheilt, mit 3 Narben. Fruchtknotenfächer mit mehreren Samenknospen.

A. C meist ↑. A 5. Grosse Sträucher, oft windend: Lonicera.

B. C fast *, ihr glockiger Saum 5lappig. A 4 didynamisch. Kleiner, kriechender Strauch mit fadenförmigen Stengeln und aufrechten Blüthenzweigen: Linnaea.

Officinell die Blüthen von Sambucus nigra L. (Flores Sambuci — ätherisches Oel, Schleim). Die Früchte oft zu Suppen verwendet. Arten von Lonicera, Geisblatt, Symphoricarpus, Schneebeere, Viburnum, Schneeball, Abelia floribunda Decsn. (Mexiko), A. uniflora RBr. (China), Diervillea canadensis Willd. (Nordamerika), Weigelia rosea Lindl. (Japan) etc. als Ziersträucher cultivirt. — Lonicera, Sambucus und Viburnum, letztere Gattung mit 13 Arten, kommen schon im Tertiär vor.

69. Ordnung. Aggregatae.

Typus: B * oder ↑, in K, C und A 5zählig, mit G $\overline{(2—3)}$, doch der Fruchtknoten nur 1fächerig und mit 1 Samenknospe, oder doch 2 Fächer verkümmert und nur 1 Fach mit 1 Samenknospe fruchtbar. K meist rudimentär, oder als Feder- oder Haarkrone (Pappus) ausgebildet oder 0. Inflorescenzen meist kopfig.

985. (Fam. 1.) Valerianaceae. Kräuter mit meist fiedertheiligen oder -spaltigen, nebenblattlosen, gegenständigen Blättern. B meist in trugdoldig-rispigen Blüthenständen, von Hochblättern begleitet, die jedoch keine besondere Hülle bilden, ↑ oder asymmetrisch, ursprünglich 5gliederig. K rudimentär oder pappusartig als oft 10strahlige Haarkrone, die sich erst nach der Blüthezeit entwickelt, seltener 0. C oft mit einem Höcker oder Sporn an der Röhre, der Saum meist unregelmässig 5lappig (Fig. 363). A 1—4, gewöhnlich 3. G $\overline{(3)}$, 3fächerig, doch nur 1 Fach mit 1 hängenden Samenknospe ausgebildet (Fig. 363 B), die anderen 2 leer, später verschwindend oder aufgeblasen. Frucht nussartig. Endosperm 0. Keimling gerade (Fig. 364). 300 Arten, vorzüglich der gemässigten nördlichen Hemisphäre angehörend.

Valeriana: Kelchsaum an der B eingerollt, an der Frucht als federige Haarkrone ausgebreitet. C am Grunde mit Höcker. — Valerianella: Kelchsaum nicht eingerollt, gezähnt.

C ohne Höcker. — Officinell der Wurzelstock von Valeriana officinalis L. (Rhizoma Valerianae — Baldriansäure, ätherisches Oel). Valerianella olitoria Poll. var. oleracea Schl., Rapünzchen, als Salatpflanze gebaut.

986. (Fam. 2.) Dipsaceae. Meist Kräuter ohne Nebenblätter. B

Fig. 363.

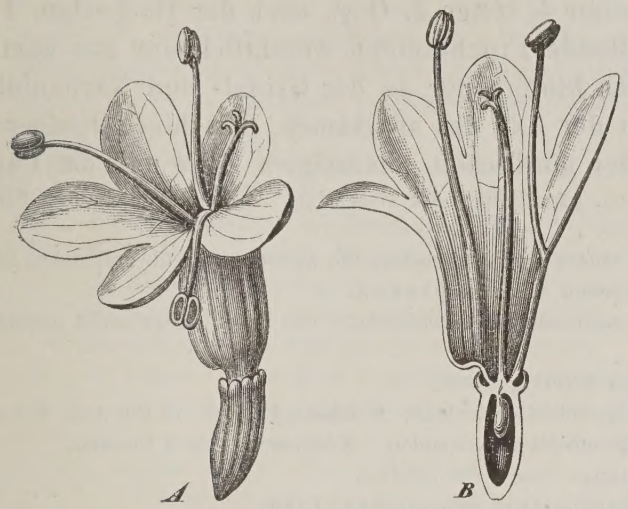


Fig. 367.

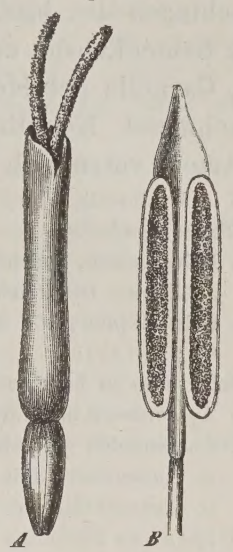


Fig. 365.

Fig. 366.

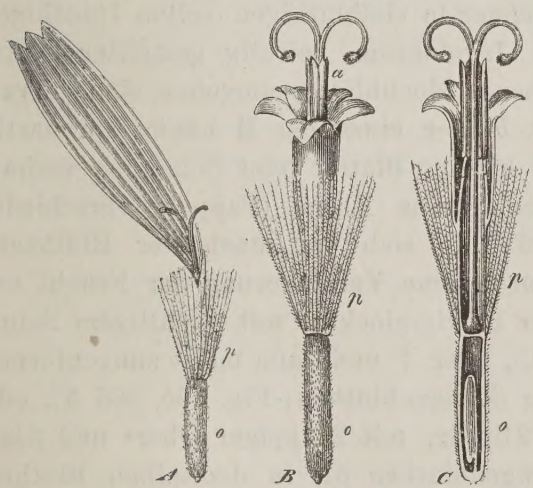


Fig. 364.

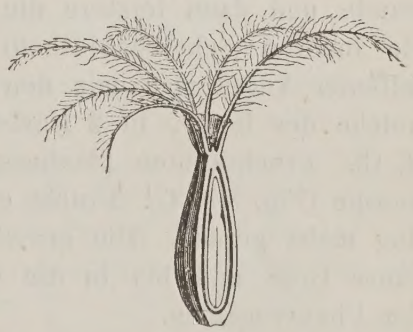


Fig. 363. Valeriana officinalis. A Blüthe und B solche im Längsschnitte, stark vergr. — Fig. 364. Frucht von V. officinalis, halbirt (Vergr. 3).

Fig. 365. Anthemis nobilis L. A Randblüthe ($^4/_1$) und B Scheibenblüthe, stärker vergr. *b* Deckblatt.

Fig. 366. Arnica montana L. A Randblüthe, B Scheibenblüthe und C letztere der Länge nach halbirt, $^5/_3$ nat. Gr. — *o* Fruchtknoten, *p* Pappus, *a* Antheren.

Fig. 367. Artemisia Absinthium. A Randblüthe, B oberer Theil eines Staubgefässes; stark vergrössert.

meist klein, in Aehren oder Köpfchen, deren untere stärker entwickelte Tragblätter eine vielblätterige Hülle (Involucrum) bilden, ☿, ursprünglich 5gliederig, jede einzelne mit einem aus verwachsenen Vorblättern gebildeten, sehr verschieden gestalteten Aussenkelche. Der eigentliche K oft in Form borstenartiger Zipfel. C 2lippig, 5spaltig oder 4spaltig. A durch Fehlschlagen des hinteren nur 4, selten 2. G $\overline{(2)}$, doch der 1fächerige, 1 hängende Samenknospe enthaltende Fruchtknoten wesentlich nur aus dem vorderen Carpelle gebildet, das hintere nur an der Griffel- und Narbenbildung theilnehmend. Keimling in der Axe des sparsamen, fleischigen Endosperms. 120 Arten, vorzüglich in der nördlichen gemässigten Zone und am Cap.

A. K beckenförmig, ohne Borsten, ganzrandig oder vielkerbig. Aussenkelch 4kantig, 8furchig. Pflanze stachelig.
   1. B in Aehren, welche mit einem aus stechenden, die Spreublätter überragenden Blättern gebildeten Hüllkelche versehen sind: Dipsacus.
   2. B in Köpfen, die nicht stechenden Hüllkelchblätter die Spreublätter nicht überragend: Cephalaria.

B. Kelchsaum in borstenförmige Zähne getheilt.
   1. Aussenkelch ungefurcht. Spreublätter fehlend. Kelchsaum mit 8—16 Borsten: Knautia.
   2. Aussenkelch gefurcht. Spreublätter vorhanden. Kelchsaum mit 5 Borsten.
      a. Aussenkelch mit krautigem Saume: Succisa.
      b. Aussenkelch mit trockenhäutigem Saume: Scabiosa.

Dipsacus Fullonum L., Weberkarde, Südeuropa, die Köpfchen bei der Tuchbereitung benutzt. Arten von Scabiosa als Zierpflanzen.

987. (Fam. 3.) **Compositae.** Vorwiegend Kräuter von sehr verschiedenartigem Habitus, mit spiralig gestellten, seltener gegenständigen Blättern ohne Nebenblätter. B ☿ oder zum Theil (selten alle) eingeschlechtig oder geschlechtslos, klein, fast immer in vielblüthigen (selten 1blüthigen) Köpfchen, welche von einer Hülle (Involucrum) spiralig gestellter (selten 1reihiger), zuweilen etwas verwachsener Hochblätter umgeben sind. Tragblätter (Spreublättchen; Fig. 365 B, *b*) der einzelnen B häufig spreuartig, oft auch 0. K nur selten in Form kleiner Blätter oder Schuppen vorhanden oder 0 (Fig. 365 A, 367 A), meist eine Krone (Pappus) verschieden gestalteter Haare bildend (Fig. 366), die sich erst nach der Blüthezeit stärker entwickelt und dann oft durch eine Verlängerung der Frucht emporgetragen wird. C ✳, röhrig oder röhrig-glockig, mit 5spaltigem Saume (Röhrenblüthen; Fig. 365 B, 366 B, C), oder ↑ und dann meist zungenförmig, der einseitige Saum 3- oder 5zähnig (Zungenblüthen; Fig. 365, 366 A), oder auch die ↑ B in selteneren Fällen 2lippig, mit 2lappiger Ober- und 3lappiger Unterlippe. Röhren- und Zungenblüthen oft in demselben Blüthenstande und dann letztere die äusseren (Randblüthen), die Röhrenblüthen die inneren (Scheibenblüthen) des Köpfchens. A 5 der C eingefügt, mit seltenen Ausnahmen mit den Antheren zu einer Röhre verklebt, durch welche der lange, in 2 Narben gespaltene Griffel hindurchgeht (Fig. 366 B, C). Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 grundständigen, anatropen Samenknospe (Fig. 366 C). Frucht eine 1samige Achaene. Endosperm 0. Keimling meist gerade. Die grösste, etwa 10000 Arten umfassende, über die ganze Erde und bis in die höchsten Gebirgsregionen verbreitete Familie der Phanerogamen.

988. Uebersicht der deutschen Gattungen:

I. Tubuliflorae. Sämmtliche B sind Röhrenblüthen, oder die randständigen sind Zungenblüthen, die centralen (Scheibenblüthen) Röhrenblüthen.

A. Köpfchen 1blüthig und wieder zu einem grösseren Kopfe zusammengestellt: Echinops.

B. Köpfchen mehrblüthig, normal.

1. ♂ und ♀ B in verschiedenenKöpfchen, aber auf derselben Pflanze. Die ♂ Köpfchen vielblüthig, ihr Hüllkelch aus 1reihigen, nicht verwachsenen Blättern gebildet, die Staubbeutel frei, die Griffel verkümmert. Die ♀ Köpfe 2blüthig, ihr Hüllkelch sammt den beiden Deckblättern zu einem 2fächerigen, kapselartigen, stacheligen Gebilde verwachsen, das sich nach der Blüthezeit vergrössert und erhärtet: Xanthium (bildet die Unterfamilie der Ambrosiaceae, S. 462).

2. ♂ und ♀ B in demselben Köpfchen, die Antheren verklebt: normale Compositen.

a. Alle B ☿, röhrenförmig.

* Blüthenstandsaxe (Fruchtboden) nackt, d. h. ohne Deck- oder Spreublätter.

α. Hüllkelch einfach. Schenkel des Griffels fadenförmig verlängert: Adenostyles.

β. Hüllkelch dachziegelig, sonst wie α: Eupatorium.

** Fruchtboden tief grubig, die Ränder der Gruben fransig gezähnt: Onopordum.

*** Fruchtboden mit Spreublättchen oder Borsten.

α. Pappus von keinem vorragenden Rande umgeben, fest mit dem oberen Theile der Frucht verwachsen und nur mit dieser abfallend: Carlina.

β. Pappus von einem von der Frucht entspringenden, vorragenden Rande umgeben und mit diesem abfallend.

0 Pappus haarig, die Haare gezähnelt: Carduus.

00 Pappus federig: Cirsium.

γ. Pappus einem auf der Frucht befindlichen Knopfe angewachsen und mit diesem abfallend: Jurinea.

δ. Pappus haarförmig oder borstig, die Haare zuletzt einzeln abfallend.

0 Blättchen des Hüllkelches an der Spitze nicht hakenförmig. Die innerste Reihe der Pappushaare länger. Frucht zusammengedrückt: Serratula.

00 Blättchen des Hüllkelches mit hakenförmiger Spitze: Lappa.

b. Die randständigen B ♀, zungen- oder röhrenförmig, die der Mitte ☿, fruchtbar, stets röhrenförmig.

* Randblüthen röhrenförmig.

α. Blättchen des Hüllkelches krautig oder nur am Rande trockenhäutig: Filago.

β. Blättchen des Hüllkelches trockenhäutig.

0 ♀ B einreihig, wenige; Fruchtboden flach: Helichrysum.

00 ♀ B mehrreihig; Fruchtboden gewölbt: Gnaphalium (mit Leontopodium).

** Randblüthen zungenförmig (in seltenen Fällen fehlend: Tanacetum-Arten, Cotula, Artemisia; s. diese).

α. Fruchtboden ohne Spreublättchen.

0 Kelchsaum aus Haaren gebildet.

† Hüllkelch dachziegelig.

§ Staubbeutel geschwänzt.

! Aeussere Haarreihe des Pappus kurz, in ein Krönchen verwachsen: Pulicaria.

!! Pappus ohne Krönchen, die Haare gleichlang: Inula.

§§ Staubbeutel ungeschwänzt.

! ♀ B mehrreihig, nur die äusseren zungenförmig, die inneren röhrig: Erigeron.

!! ♀ B einreihig.

— Frucht zusammengedrückt, nicht gerippt. Randblüthen verschiedenfarbig: Aster (A. Linosyris ohne Randblüthen).

= Frucht stielrund, gerippt. Randblüthen gelb: Solidago.

†† Hüllkelch aus 1—3 Reihen gleich langer Blättchen gebildet, nicht dachziegelig, oder die äusseren Blättchen eine Aussenhülle bildend.

§ Pappus verschieden, derjenige der Randblüthen einfach, derjenige der Scheibenblüthen doppelt, aus einer äusseren Reihe kurzer und einer inneren Reihe langer Haare gebildet: Stenactis.

§§ Pappus aller B gleich.
— Hüllkelch halbkugelig oder ziemlich flach.
aa. Griffelschenkel verschmälert, spitz: Bellidiastrum.
bb. Griffelschenkel kopfig, abgestutzt. Randständige Früchte ohne Pappus: Doronicum.
= Hüllkelch walzlich.
aa. Griffelschenkel oberwärts verdickt, mit kegelförmiger Spitze: Arnica.
bb. Griffelschenkel kopfig, abgeschnitten-stumpf: Senecio (mit Cineraria).
00 Kelchsaum nicht aus Haaren gebildet.
† Hüllkelch aus 2reihigen, gleich langen Blättchen bestehend: Bellis.
†† Hüllkelch dachziegelig.
§ Randblüthen fadenförmig oder fehlend.
— Früchte des Köpfchenrandes blattartig flach: Cotula.
= Früchte verkehrt eiförmig, flügellos: Artemisia.
§§ Randblüthen zungenförmig (selten röhrig-glockig bei Arten von Tanacetum).
— Randständige Früchte geflügelt: Chrysanthemum.
= Randständige Früchte nicht geflügelt.
aa. Früchte gleichmässig 5—10streifig.
αα. Früchte ohne, oder nur die randständigen mit Kelchsaum: Leucanthemum.
ββ. Alle Früchte mit kronenförmigem Kelchsaum: Tanacetum.
bb. Früchte mit ungleich entfernten Streifen. Blüthenboden kegelförmig, hohl: Matricaria.
β. Fruchthoden mit Spreublättchen (Pappus nicht haarförmig).
0 Hüllkelch einreihig, einfach: Galinsoga.
00 Hüllkelch dachziegelig. Griffelschenkel fadenförmig, zurückgekrümmt.
§ Staubbeutel ungeschwänzt.
! Randblüthen mit rundlich-eiförmiger Platte: Achillea.
!! Randblüthen mit zungenförmiger Platte: Anthemis.
§§ Staubbeutel geschwänzt.
! Randständige Früchte 3seitig: Buphthalmum.
!! Alle Früchte stielrund: Telekia.

c. Die randständigen B ♀, aber durch Fehlschlagen des Griffels und der Narbe geschlechtslos. Scheibenblüthen ☿ und fruchtbar.
* Fruchtboden um die Früchte herum mit spreuartigen Borsten: Centaurea.
** Jede Blüthe in der Achsel eines Spreublattes.
α. Hüllkelch 2reihig. Kelchsaum aus 2—4 bleibenden, rückwärts-stacheligen, starren Borsten gebildet: Bidens.
β. Hüllkelch dachziegelig. Kelchsaum aus 2 oder 4 hinfälligen Schuppen bestehend: Helianthus.

d. Randblüthen ♀ und fruchtbar, Scheibenblüthen ♂ oder ☿, dann aber unfruchtbar.
* Kelchsaum (Pappus) haarig.
α. Randblüthen zungenförmig, mehrreihig, gelb. Köpfe einzeln endständig: Tussilago.
β. Randblüthen fadenförmig, an einigen Exemplaren mit zahlreichen unfruchtbaren Zwitterblüthen nur 1reihig, an anderen mit wenigen Zwitterblüthen mehrreihig. Köpfe in Rispen: Petasites.
** Kelchsaum fehlend: Calendula.

II. **Labiatiflorae.** B 2lippig; Oberlippe 2-, Unterlippe 3lappig oder -zähnig. Nur aussereuropäische Gattungen, von denen Arten von Mutisia (Südamerika) mit gefiederten, in eine Ranke auslaufenden Blättern manchmal in Gewächshäusern cultivirt werden.

III. **Liguliflorae.** Alle B zungenförmig, ☿.

A. Pappus aus Haaren gebildet.
1. Pappushaare federig.
a. Fruchtboden mit Spreublättchen.

* Pappus 2reihig, die inneren Strahlen federig, die äusseren kürzeren nur rauh: Hypochoeris.

** Pappus 1reihig, alle Strahlen federig: Achyrophorus.

b. Fruchtboden ohne Spreublättchen.

* Hüllkelch einreihig, am Grunde verwachsen: Tragopogon.

** Hüllkelch dachziegelig (frei) oder mit Aussenhülle.

α. Federchen des Pappus verwebt.

0 Frucht oberwärts etwas verschmälert, am Grunde mit sehr kurzer Schwiele: Scorzonera.

00 Frucht oberwärts nicht verschmälert, die Schwiele am Grunde stielartig verlängert und dicker als die Frucht selbst: Podospermum.

β. Federchen des Pappus frei.

0 Pappus bleibend.

† Hüllkelch 2reihig, Frucht lang geschnäbelt, Stengel beblättert: Helminthia.

†† Hüllkelch dachziegelig, Frucht oben ein wenig verschmälert; Laubrosette.

§ Randständige Früchte mit kronenförmigem, etwas gefranstem Kelchsaume: Thrincia.

§§ Alle Früchte mit Haarkrone: Leontodon.

00 Pappus abfallend. Frucht kurz geschnäbelt: Picris.

2. Pappushaare einfach.

a. Früchte an der Basis des Schnabels von Schuppen oder von einem Ringe umgeben.

* Blüthen 7—12, 2reihig: Chondrilla.

** Blüthen ∞, vielreihig: Taraxacum.

b. Früchte ohne Schuppen und Ring, oder ganz schnabellos.

* Früchte stark zusammengedrückt.

α. Früchte geschnäbelt: Lactuca.

β. Früchte schnabellos.

0 Pappus von einem Krönchen umgeben, steif, zerbrechlich: Mulgedium.

00 Pappus ohne Krönchen, weich und biegsam: Sonchus.

** Früchte stielrund.

α. Köpfchen 3—5blüthig: Prenanthes.

β. Köpfchen vielblüthig.

0 Aeussere Hüllkelchblätter kürzer, meist eine Aussenhülle bildend. Achäne oben verschmälert oder geschnäbelt. Pappus meist schneeweiss, weich: Crepis.

00 Aeussere Hüllkelchblätter meist keine Aussenhülle bildend. Achäne unten verschmälert, oben gestutzt; Pappus schmutzig-weiss, zerbrechlich: Hieracium.

B. Pappus nicht haarig, fehlend, oder aus einem Krönchen gebildet.

1. Hüllkelch 2reihig; äussere Reihe abstehend, innere aufrecht, am Grunde verwachsen: Cichorium.

2. Hüllkelch 1reihig.

a. Fruchttragender Hüllkelch wulstig, kugelig zusammenschliessend: Arnoseris.

b. Fruchttragender Hüllkelch unverändert, die Blättchen aufrecht. Frucht 2riefig: Lampsana.

989. Wichtigere Arten sind folgende:

I. Tussilago Farfara L., Huflattich, das Kraut officinell (Folia Farfarae — Schleim, Gerbstoff, Bitterstoff). Aster chinensis L. (Callistephus chinensis Nees), Zierpflanze aus China; zahlreiche nordamerikanische ausdauernde Arten als Zierpflanzen und oft an Flussufern verwildert. Bellis perennis L., Tausendschön, in seiner gefüllten Form als Zierpflanze. Solidago canadensis L. u. a. nordamerikanische Arten als Zierpflanzen. Inula Helenium L., Alant, officinell (Radix Helenii s. Enulae — Helenin, Alantcampher, Alantsäureanhydrid, Inulin). Dahlia variabilis Desf., Georgine, Mexiko; Zierpflanze in zahlreichen Varietäten. Zinnia elegans Jacq., Zierpflanze aus Mexiko. Calliopsis bicolor Rchb., Nordamerika, Zierpflanze. Helianthus annuus L., Sonnenblume, wahrscheinlich aus Peru, als Oelfrucht gebaut; H. tuberosus L., Topinambur, wahrscheinlich aus Nordamerika, wird der Knollen wegen cultivirt. Spilanthes oleracea L., Parakresse, aus Südamerika, das Kraut obsolet

(Herba Spilanthis). Tagetes patula L. u. a. mexikanische Arten als Zierpflanzen. Madia sativa Mol., aus Chile stammend, als Oelfrucht gebaut. Anthemis nobilis L., römische Kamille, Südeuropa, die Blüthen (Flores Chamomillae romanae) obsolet. Anacyclus officinarum Hayne, Bertramwurzel, aus Südeuropa stammend, obsolet (Radix Pyrethri germanici). A. Pyrethrum DC., aus Nordafrika und Südeuropa, lieferte die römische B. (Radix Pyrethri romani). Achillea millefolium L., Schafgarbe, früher officinell (Herba et Flores Millefolii). Matricaria Chamomilla L., officinell (Flores Chamomillae vulgaris — ätherisches Oel). Chrysanthemum indicum Thbg. aus Ostasien, sowie a. A. als Topfgewächse cultivirt. Pyrethrum roseum Bieb., Persien, Kaukasus; in den Blüthen das persische Insektenpulver liefernd. Artemisia Absinthium L., Wermuth, officinell (Herba Absinthii — ätherisches Oel, Absinthin, Bernsteinsäure, Gerbsäure); A. Dracunculus L., Esdragon (Südrussland) und A. Abrotanum L. als Küchengewürze cultivirt; A. vulgaris L., Beifuss, die Blüthenstände als Küchengewürz; A. Cina Bg. (bisweilen als Varietät der A. maritima betrachtet — Turkestan) liefert die officinellen „Wurmsamen" (Flores Cinae levantici s. Semen Cinae — ätherisches Oel, Santonin). Ammobium alatum RBr., Zierpflanze aus Neuholland. Helichrysum arenarium DC., Immortelle, zu Kränzen; viele Arten der Gattung, namentlich solche vom Cap, als Zierpflanzen. Arnica montana L., Wohlverleih, officinell (Flores Arnicae — ätherisches Oel). Arten der Gattung Cineraria als Zierpflanzen. Calendula officinalis L., Ringel- oder Todtenblume, Südeuropa, Zierpflanze. Cnicus benedictus Gärtn., Cardobenedictenkraut (Südeuropa, Orient), officinell (Herba Cardui benedicti — Cnicin). Carthamus tinctorius L., Saflor (Aegypten), liefert gelben und rothen Farbstoff in den Blüthen. Cynara Scolymus L., Artischokke (Vaterland unbekannt), Gemüsepflanze. Serratula tinctoria L., Scharte, liefert in den Wurzeln einen gelben Farbstoff.

III. Cichorium Intybus L., Cichorie, die geröstete Wurzel als Kaffeesurrogat dienend. C. Endivia L., Endivie, als Salatpflanze gebaut. Scorzonera hispanica L., Schwarzwurzel (aus Südeuropa), Wurzel als Gemüse gegessen, daher die Pflanze hier und da im Grossen gebaut. Taraxacum officinale Wigg., Löwenzahn, officinell (Radix Taraxaci — Taraxacin, Harz, Zucker, Inulin). Lactuca virosa L., Giftlattich, officinell (Lactucarium, der eingetrocknete Milchsaft — Lactucin, Lactucopicrin, Lactucon, Lactucasäure). L. sativa L. als Salatpflanze (Kopfsalat) gebaut.

Von Compositen sind 27 Arten (4 Gattungen) im Tertiär bekannt.

990. (Fam. 4.) Calycereae. Von den Compositen verschieden durch: Kelchglieder blattartig entwickelt, Filamente verwachsen, Narbe einfach, Samenknospe hängend, Endosperm vorhanden. 20 südamerikanische Kräuter.

Register.

(Die Zahlen geben die Seiten an.)

Abelia 544.
Abies 381.
Abietineae 367. 377. 380.
Abietsäure 383.
Ablast 18. 388.
Abortus 18. 388.
Absenker 164.
Absinthin 550.
Absteigend 400.
Acacia 523.
Acalypheae 501.
Acanthaceae 462. 539.
Acanthus 539.
Acer 498.
Aceraceae 464. 498.
Aceras 455.
Acetabularia 185.
Achaene 430.
Achillea 548. 550.
Achimenes 538.
Achlya 217.
Achnantheae 181.
Achras 528.
Achselspross 7.
Achyrophorus 549.
Aconin 482.
Aconitin 482.
Aconitsäure 482.
Aconitum 481. 482.
Acorin 443.
Acorus 443.
Acrocarp 283.
Acropetal 3.
Acrostichaceae 317.
Acrostichum 317.
Actaea 482.
Actinomorph 389.
Acyclisch 18.
Adenophora 540.
Adenostyles 547.
Adiantum 316.
Adlerfarn 316.
Adonis 481.
Adossirt 390.
Adoxa 544.
Adventivbildungen 3.
Adventivembryonen 428.
Adventivknospen 9. 164.
Adventivsprosse 9.
Adventivwurzeln 6.
Aecidiomycetes 209. 245.
Aecidium 247. 248.
Aegicereae 527.
Aegopodium 506.
Aehre 24.
Aehrentraube 24.
Aeschinanthus 538.
Aesculinae 497.
Aesculus 498.
Aestivatio 400.
Aethalium 210.
Aethionema 486.
Aethusa 506. 508.
Agaricini 255. 265.
Agaricus 266.
Agarum 199.
Agave 437.
Agavites 438.
Aggregatae 544.
Agrimonia 517.
Agropyrum 448. 449.
Agrostemma 476.
Agrostideae 447.
Agrostis 447. 449.
Ahorn 498.
Ailanthus 496.
Aira 447.
Ajuga 536.
Aizoaceae 476.
Akazie 521.
Aklei 482.
Alant 549.
Alantcampher 549.
Alantsäureanhydrid 549.
Alaria 199.
Albumen 421.
Alchemilla 516.
Aldrovanda 488.
Alectorolophus 538.
Aleppokiefer 383.
Aleuron 32.
Alfagras 449.
Algae 167. 175.
Algen 167. 175. 267.
Alicularia 280.
Alisma 458.
Alismaceae 432. 458.
Alismoideae 458.
Alizarin 543.
Alkanna 533.
Alkannin 533.
Alkoholgährung 214. 245.
Allium 435.
Allosorus 316.
Alnus 466.
Aloë 435.
Alopecuroideae 447.
Alopecurus 447. 449.
Alpenrosen 526.
Alpenveilchen 527.
Alpinia 453.
Alpinin 453.
Alsidium 205.
Alsine 475.
Alsineae 475.
Alsophila 307.
Alstroemeria 436.
Alternirend 15.
Althaea 493.
Aluminium 112.
Alyssineae 485.
Alyssum 485.
Amarantaceae 461. 474.
Amarantus 474.
Amaryllidaceae 432. 436.
Amarillis 436.
Ambra liquida 510.

Ambrosiaceae 462. 547.
Amelanchier 516.
Amentaceae 464.
Amentum 25.
Ameristisch 308.
Amide 120.
Ammi 506.
Ammieae 506.
Ammobium 550.
Ammoniacum 508.
Amomum 453.
Amorpha 521.
Amorphophallus 443.
Ampelideae 499.
Ampelopsis 500,
Amphigastrien 270.
Amphipleureae 181.
Amphithecium 288.
Amphitrop 430.
Amphoreae 181.
Amygdalae 518.
Amygdaleae 464. 517.
Amygdalin 518.
Amygdalus 517. 518.
Amylum Tritici 449.
Amyrideae 496.
Amyrin 497.
Amyris 496.
Anacamptis 455. 456.
Anacamptodon 296.
Anacardia 497.
Anacardiaceae 464. 497.
Anacardium 497.
Anacyclus 450.
Anagallis 527.
Anamirta 479.
Ananassa 439.
Anarrhinum 537. 538.
Anastatica 486.
Anatrop 355.
Anchusa 533.
Andreaea 288.
Andreaeaceae 286. 288.
Androeceum 351. 400.
Andromeda 526.
Andropogon 446. 449.
Andropogoneae 446.
Androsace 527.
Androsporen 191.
Aneimia 319.
Anemone 481. 482.
Anemoneae 481.
Anemonin 482.
Anemonsäure 482.
Anemophilae 356.
Anethol 508.
Anethum 507. 508.
Aneura 279.
Aneureae 279.
Angelica 507.
Angelicasäure 508.
Angelicawachs 508.
Angeliceae 507.
Angiopteridieae 300.
Angiopteridium 323.
Angiopteris 320.
Angiospermae 168. 385.
Angosturarinde 495.
Anis 508.
Anisschwamm 266.
Anomodon 296.
Anona 480.
Anonaceae 480.
Anschlusszelle 426.
Anthela 25.
Anthemis 548. 550.
Anthere 352. 401.
Anthericum 435.
Antheridium 173. 268. 273. 284. 298. 308. 323. 337.
Anthocerites 280.
Anthoceros 280.
Anthoceroteae 277. 280.
Anthocyan 52.
Anthokirrin 454.
Anthophylli 514.
Anthophyta 168. 350.
Anthoxanthin 46.
Anthoxanthum 446. 449.
Anthriscus 508.
Anthyllideae 519.
Anthyllis 519.
Antiaris 471.
Antipoden 417.
Antirrhineae 537.
Antirrhinum 537. 538.
Antitrop 430.
Apera 447.
Apetalae 460. 464.
Apfelbaum 516.
Apfelsine 496.
Aphanocapsa 177.
Aphelandra 539.
Apium 506. 508.
Aplanogameten 165. 172.
Apocarp 411.
Apocynaceae 463. 530.
Apocynum 530.
Apogamie 181. 313.
Apophyse 294. 380.
Apostasiaceae 458.
Apothecialsprosse 243.
Apothecien 240.
Apotrop 414.
Apposition 39.
Aprikose 518.
Aquifoliaceae 462. 499.
Aquilegia 482.
Arabideae 485.
Arabin 43. 490. 521.
Arabis 485.
Araceae 432. 441.
Arachis 521.
Aralia 503.
Araliaceae 464. 503.
Araucaria 380.
Araucariaceae 366. 377. 378.
Araucarieae 366. 377. 379.
Arbutin 526.
Archangelica 507. 508.
Archegoniaten 170.
Archegonium 268. 274, 284. 298. 310. 323. 337. 360. 371. 417.
Archesporium 286. 297. 305. 352. 369. 407. 415.
Archicarpium 173. 221. 241.
Archidiaceae 292.
Archidium 293.
Arctostaphylos 526.
Arcyria 210.
Ardisia 527.
Areae 441.
Areca 440.
Arenaria 475.
Arillus 365. 414. 429.
Aristolochia 524.
Aristolochiaceae 461. 524.
Aristolochieae 524.
Aristolochin 524.
Armeniaca 518.
Armeria 527.
Arnica 548. 550.
Arnoseris 549.
Aroideae 432. 441.
Aronia 516.
Arrhenatherum 447.
Arrow-root 438. 453. 502.
Artemisia 548. 550.
Arthrosiphon 178.
Artischokke 530.
Artocarpeae 470.
Artocarpus 471.
Arum 443.
Aruncus 517.
Arundineae 448.
Arundo 448. 449.
Arve 381. 383.
Asa foetida 508.
Asareae 524.

Asarin 524.
Asarum 524.
Aschenbestandtheile 43. 110.
Asclepiadaceae 463. 531.
Asclepias 531.
Ascobolus 233.
Ascogon 221. 241.
Ascolichenes 239. 244.
Ascomycetes 209. 220.
Ascosporen 220.
Ascus 220.
Asparagaceae 436.
Asparagin 120. 521.
Asparagus 436.
Aspergillus 224.
Asperifoliaceae 462. 532.
Asperugo 533.
Asperula 543.
Aspicilia 244.
Aspidiaceae 317.
Aspidium 315. 317.
Aspidosperma 530.
Aspidospermin 530.
Aspleniaceae 316.
Asplenium 315. 317.
Assimilation 47. 114.
Assimilationsgewebe 88.
Aster 547. 549.
Asterophyllites 338.
Asteroporeae 278.
Astragaleae 520.
Astragalus 520. 521.
Astrantia 505.
Asymmetrisch 389.
Athamanta 506.
Athemhöhle 65.
Athmung 126.
Athyrium 317.
Atome 40.
Atragene 481.
Atrichum 295.
Atriplex 666.
Atrop 355.
Atropa 447.
Atropasäure 534.
Atropin 534.
Attalea 440.
Aufsteigend 400.
Augen 9.
Aulacomnion 296.
Aurantieae 496.
Auricularini 255. 264.
Aurikel 527.
Ausläufer 10.
Aussenkelch 399.
Austernpilz 266.
Autöcisch 247.
Auxosporen 179.
Avena 447. 449.
Avenaceae 447.
Avignonkörner 500.
Axe 1.
Axenpflanzen 2. 169.
Axillarspross 7.
Azalea 526.
Azolla 326.
Bacca 431.
Bacillariaceae 176. 179.
Bacillus 212.
Bacteriaceae 211.
Bacterien 211.
Bacterium 212.
Baeomyceae 244.
Baeomyces 244.
Bärenklau 508.
Bärentraube 256.
Bärlapp 339.
Balanophora 525.
Balanophoraceae 525.
Baldrian 545.
Baldriansäure 545.
Balgfrucht 430.
Ballota 536.
Balsamea 497.
Balsamifluae 510.
Balsaminaceae 463. 494.
Balsamine 494.
Balsamodendron 497.
Balsamum Copaivae 523.
— peruvianum 521.
— tolutanum 521.
Bambusa 449.
Bambuseae 449.
Bambusrohr 449.
Banane 451.
Bandgras 449.
Bangia 201. 205.
Bangiaceae 205.
Banksia 515.
Baphia 521.
Barbaloïn 435.
Barbarea 485.
Barbula 296.
Barium 112.
Bärlappe 167.
Baroscampher 490.
Barosma 495.
Barosma-Campher 495.
Bartramia 296.
Bartsia 538.
Bartweizen 449.
Basidien 249.
Basidienflechten 239. 244.
Basidiolichenes 239. 244.
Basidiomycetes 209. 248.
Basidiosporen 249.
Basilicum 537.
Basipetal 3.
Basis 2.
Bassia 528.
Bassorin 43. 205. 244. 456. 494. 502. 521. 540.
Bast 78. 82.
Bastfasern 83.
Bastgefässe 82.
Bastparenchym 84.
Baststrahlen 86.
Bastzellen 83.
Batatas 531.
Bataten 438. 531.
Batrachium 481.
Batrachospermeae 205.
Batrachospermum 201. 205.
Bauchcanalzelle 275. 371.
Bauchpilze 251.
Baumöl 529.
Baumwolle 493.
Baustoffe 118.
Beere 431.
Beerentang 201.
Beerenzapfen 378.
Befruchtung 421.
Beggiatoa 212.
Begonia 511.
Begoniaceae 511.
Beifuss 550.
Beiknospen 8.
Bellidiastrum 548.
Bellis 548. 549.
Benzoëharz 528.
Benzoësäure 440. 510. 521. 528.
Benzoïn 528.
Berberidaceae 463. 478.
Berberin 479.
Berberis 478.
Berberitze 478.
Bergahorn 498.
Bergkiefer 383.
Bergmehl 181.
Bernstein 384.
Bernsteinsäure 384. 550.
Berteroa 485.
Bertholletia 514.
Bertramwurzel 550.
Berula 506.
Besenhaide 526.
Besenstrauch 521.
Bestäubung 355. 418.
Beta 474.
Betelpfeffer 469.
Betonica 536.

Betula 465.
Betulaceae 460. 465.
Beulenbrand 220.
Bewegungen, nyktitropische 161.
Biatora 244.
Bibernelle 508.
Bicornes 525.
Biddulphieae 181.
Bidens 548.
Biegungselasticität 138.
Bierhefe 245.
Bignonia 539.
Bignoniaceae 539.
Bilateralität 21. 153.
Bildungsgewebe 60.
Bilsenkraut 534.
Binsen 451.
Boraginoideae 532.
Borago 533.
Borassus 440.
Borke 73.
Borneokampher 490.
Boronia 496.
Boronieae 496.
Borretsch 553.
Boschia 278.
Bostryx 25.
Boswellia 497.
Botanyholz 522.
Botrychium 325.
Botrydiaceae 185.
Botrydium 185.
Botrytis 231.
Botrytisch 24.
Bovista 252.
Brachypodium 449.
Brachythecium 296.
Bracteen 14. 351.
Bracteolea 351.
Brätling 266.
Bragantieae 524.
Brandpilze 218.
Branntweinhefe 245.
Brasilienholz 523.
Brasilin 523.
Brassica 486. 487.
Brassiceae 486.
Braunkohl 487.
Brauntange 1 5.
Brayera 517.
Brechnüsse 530.
Brechwurzel 543.
Breitenwachsthum 3.
Brennreizker 266.
Brenzcatechin 522.
Bridelieae 501.
Briza 448.
Brod, blutendes 212.
Brodfruchtbaum 471.
Brom 205.
Brombeere 516.
Bromelia 439.
Bromeliaceae 438.
Bromus 448.
Broussonetia 470.
Brucin 530.
Brunnenkresse 486.
Brutbecher 272.
Brutknollen 281.
Brutknospen 10. 164. 271. 283. 339.
Brutkörner 271. 283.
Brutzellen 164. 171.
Bryaceae 286. 296.
Bryinae 293.
Bryonia 541.
Bryophyllum 509.
Bryophyta 167. 267.
Biota 379.
Birke 465.
Birkenreizker 266.
Birkentheer 466.
Birnbaum 516.
Biscutella 486.
Bitterklee 530.
Bixa 489.
Bixaceae 489.
Blasenfrucht 203.
Blasenrost 216.
Blasenstrauch 511.
Blasia 279.
Blastomycetes 244.
Blatt 1. 11. 106.
Blattdornen 14.
Blattformationen 13.
Blattgrün 28.
Blatthäutchen 14.
Blattinsertion 12.
Blattnerven 88.
Blattparenchym 88.
Blattranken 14.
Blattspreite 13.
Blattspuren 76.
Blattspurstränge 76.
Blattstecklinge 9.
Blattstellung 15.
Blattstiel 13.
Blattverzweigungen 13.
Blätterschwämme 265.
Blauholz 523.
Blechnum 315. 316.
Blindia 296.
Blitum 474.
Blüthe 1. 10. 351. 357. 363. 387.
Blüthenblätter 14.
Blüthenboden 387.
Blüthenentwicklung 391.
Blüthenformeln 390.
Blüthenhüllen 351. 387. 397.
Blüthenpflanzen 168.
Blüthenstand 24.
Blüthenstaub 352.
Blumenkohl 487.
Blutholz 523.
Blutung 134.
Blutwurz 517.
Blyttia 279.
Bockshornklee 521.
Boehmeria 470.
Bohne 521.
Bohnenkraut 537.
Bolbitius 266.
Boletus 265.
Bombaceae 492.
Boragineae 532.
Boraginites 533.
Bryopogon 244.
Bryopsis 186.
Bryum 296.
Buccoblätter 495.
Buche 467.
Bucheckern 467.
Buchsbaum 502.
Büchsenfrucht 431.
Buchweizen 473.
Buettneriaceae 491.
Bulbillen 339.
Bulbochaete 190.
Bulbus Scillae 435.
Bulgaria 233.
Bulgariaceae 233.
Bulliarda 509.
Buniadeae 486.
Bunias 486.
Buphthalmum 548.
Bupleurum 506.
Burmanniaceae 458.
Burseraceae 496.
Burzeldorn 495.
Butomaceae 432.
Butomoideae 458.
Butomus 458.
Buttersäure 523.
Buttersäuregährung 212.
Buxaceae 502.
Bubaumia 295.
Bubaumiaceae 295.
Buxus 502.
Byssacei 244.
Cabanholz 521.
Cabombeae 483.
Cacao 492.
Cacaobutter 492.
Cacaoroth 492.

Cactaceae 501.
Caelebogyne 502.
Caeoma 248.
Caesalpinia 523.
Caesalpiniaceae 522.
Cajeputöl 514.
Cakile 486.
Cakilineae 486.
Calabarbohne 522.
Calabarin 522.
Caladium 443.
Calamagrostis 447.
Calamarieen 338.
Calamintha 537.
Calamites 338.
Calamocladus 338.
Calamostachys 338.
Calamus 440.
Calceolaria 538.
Calcium 111.
Calendula 548. 550.
Calepina 486.
Calla 443.
Calliopsis 549.
Callistephus 549.
Callithamnion 201. 204. 205.
Callitriche 502.
Callitrichaceae 461. 502.
Callitris 379.
Calluna 526.
Calocera 264.
Calocladia 224.
Caloria 233.
Calosphaeria 229.
Caltha 482.
Calycanthaceae 480.
Calycanthus 480.
Calycereae 550.
Calycieae 244.
Calycinisch 398.
Calycium 244.
Calyculus 399.
Calypogeia 280.
Calyptra 268. 276. 285.
Calyptrogen 107.
Calyx 398.
Cambiform 84.
Cambium 79. 103.
Camelina 486.
Camelineae 486.
Camellia 490.
Campanula 540.
Campanulaceae 462. 540.
Campanulinae 540.
Campecheholz 523.
Camphora 478.
Campylopus 296.
Campylospermae 505. 507.
Campylotrop 355.
Canadabalsam 381.
Canalzellen 268.
Canariengras 449.
Canariensame 449.
Canna 453.
Cannabin 471.
Cannabineae 461. 471.
Cannabis 471.
Cannaceae 453.
Cannarium 497.
Cantharellus 266.
Capillitium 210. 252.
Capitulum 24.
Capparidaceae 487.
Capparis 487.
Caprifoliaceae 462. 544.
Capsella 486.
Capsicin 534.
Capsicum 534.
Capsula 430.
Caragana 520. 521.
Caraghen 205.
Cardamine 485.
Cardamomum 453.
Cardobenediktenkraut 550.
Carduus 547.
Carex 450.
Carica 511.
Caricae 470.
Cariceae 450.
Carlina 547.
Carludovica 441.
Carpelle 353. 410.
Carpiden 353. 410.
Carpineae 466.
Carpinus 466.
Carpoboli 253.
Carpogon 203. 221.
Carpophorum 505.
Carpospore 173.
Carthamus 550.
Carum 506. 508.
Caruncula 429.
Carven 508.
Carvol 508. 537.
Carya 468.
Caryophyllaceae 463. 475.
Caryophylli 514.
Caryophyllin 514.
Caryophyllus 514.
Caryopse 430.
Caryota 440.
Cascarillarinde 502.
Cascarillin 502.
Cassavemehl 502.
Cassia 523.
Cassia caryophyllata 478.
— cinnamomea 478.
Cassytha 478.
Cassytheae 478.
Castanea 466. 467.
Casuarinaceae 469.
Catabrosa 448.
Catalpa 539.
Catechin 543.
Catechu 523.
Catechugerbsäure 523.
Catechusäure 523.
Catharthinsäure 523.
Cathartomannit 523.
Caucalineae 508.
Caucalis 508.
Caulerpa 185. 267.
Caulerpeae 185.
Caulerpites 267.
Caulom 1.
Ceder 381. 382.
Cedernholz 379.
Cedrela 496.
Cedrelaceae 496.
Cedrus 381. 382.
Celastraceae 464. 499.
Celastrus 499.
Cellulose 34. 41.
Cellulosemembran 34.
Celosia 474.
Celtideae 472.
Celtis 472.
Cembra 381.
Cenangium 233.
Centaurea 548.
Centaurin 530.
Centifolie 516.
Centralzelle 268. 305. 371.
Centrolepideae 439.
Centrospermae 472.
Centunculus 527.
Cephaëlis 543.
Cephalanthera 455.
Cephalaria 546.
Ceramiaceae 205.
Ceramium 201. 204. 205.
Cerasin 43.
Ceratocephalus 481.
Ceratodon 296.
Ceratonia 523.
Ceratophyllaceae 461. 472.
Ceratophyllum 472.
Cerastium 476.
Ceratostoma 229.
Cerbera 530.
Cercis 523.
Cereus 510.

Cerinthe 533.
Ceroxylon 440.
Cestrineae 534.
Ceterach 317.
Cetraria 244.
Cetrarin 244.
Ceylonmoos 205.
Chaerophyllum 508.
Chaetocladiaceen 213. 214.
Chaetocladium 214.
Chaetophora 189.
Chaetophoreen 189.
Chaiturus 536.
Chalaza 355.
Chamaeorchis 445.
Chamaerops 440.
Chamagrostis 447.
Champignon 266.
Chantransia 201.
Chara 195. 267.
Characeae 192.
Characium 187.
Chareae 195.
Chavica 469.
Cheilanthes 316.
Cheiranthus 485. 486.
Chelidonium 483.
Chenopodiaceae 461. 473.
Chenopodium 474.
China cuprea 544.
Chinarinde 543.
Chinin 543. 544.
Chinovasäure 517.
Chlamidomonas 186.
Chlor 111.
Chlora 529.
Chloranthaceae 469.
Chlorideae 447.
Chlorochytrium 187.
Chlorophyceae 181. 176. 243.
Chlorophyll 45.
Chlorophyllfarbstoff 45.
Chlorophyllkörper 45.
Chlorophyllmodificationen 46.
Chlororufin 182.
Chocolade 592.
Choiromyces 225.
Cholera 212.
Cholosterin 230.
Chondrilla 549.
Chondrites 267.
Chondrus 205.
Choripetalae 463. 464.
Chroococcaceae 177. 243.
Chroococcus 177.
Chroolepus 189.
Chrysanthemum 548. 550.
Chrysobalaneae 518.
Chrysobalanos 518.
Chrysodium 317.
Chrysomyxa 248.
Chrysophan 473.
Chrysophansäure 244. 473. 523.
Chrysosplenium 509.
Chytridiaceen 209. 213. 217.
Chytridium 217.
Cibotium 317.
Cicendia 530.
Cicer 520. 521.
Cichorium 549. 550.
Cicinnobolus 224.
Cicinnus 25.
Cicuta 506. 508.
Cimicifuga 482.
Cinchona 543.
Cinchoneae 543.
Cinchonin 543.
Cinclidotus 296.
Cineraria 548. 550.
Cinnameïn 521.
Cinnamomum 478.
Circaea 512.
Circaeeae 512.
Cirsium 547.
Cistaceae 463. 489.
Cistiflorae 487.
Cistus 489.
Citronat 496.
Citrone 496.
Citrullus 542.
Citrus 496.
Cladium 451.
Cladodien 10.
Cladonia 244.
Cladoniaceae 244.
Cladophora 189.
Cladophoraceae 189. 243.
Cladosporium 229.
Cladostephus 198.
Cladothrix 212.
Clarkia 512.
Clathrus 253.
Clavaria 264.
Clavariaceï 255. 264.
Claviceps 229. 230.
Clavija 527.
Clematideae 481.
Clematis 481. 482.
Cleistocarpae 286. 290.
Clevea 278.
Climacium 296.
Clinopodium 537.
Clivia 437.
Closterium 184.
Clostridium 212.
Clusiaceae 490.
Clypeola 487.
Cnicin 550.
Cnicus 550.
Cnidium 506.
Cobaea 532.
Coca 497.
Cocconeideae 181.
Cocculus 479.
Cochlear 400.
Cochlearia 485. 486.
Cocos 440.
Cocospalme 440.
Codeïn 483.
Codieae 186.
Codonieae 279.
Coelospermae 505. 508.
Coelosphaerium 177.
Coenogonium 244.
Coffea 543.
Coffeae 543.
Coffeïn 490. 492. 498. 543.
Colchicaceae 433.
Colchicin 433.
Colchicum 433.
Coleanthus 447.
Coleochaete 192.
Coleochaeteae 192.
Coleorrhiza 5. 427.
Coleosporium 248.
Coleus 537.
Collateral 414.
Collema 244.
Collemaceae 244.
Collenchym 71. 87.
Colleteren 70.
Colocasia 443.
Colocynthides 542.
Colocynthin 542.
Colophonium 383.
Coloquinthe 542.
Columbin 479.
Columbosäure 479.
Columbowurzel 479.
Columella 213. 286.
Columnea 538.
Columniferae 491.
Colutea 520. 521.
Comarum 517.
Commelina 439.
Commelinaceae 439.
Commiphora 497.
Compositae 278. 462. 546.
Compositi 227. 229.
Conceptacula 199.

Confervoideae 188.
Congenital 406.
Conidien 207. 226.
Coniferae 168. 356. 362.
Coniin 508.
Coniocybe 244.
Conioselinum 506.
Conjugatae 182.
Conjugation 53. 165.
Conium 508.
Connectiv 352.
Contortae 528.
Convallaria 436.
Convolvulaceae 463. 531.
Convolvuleae 531.
Convolvulin 531.
Convolvulus 531.
Copaifera 523.
Copaivabalsam 523.
Copaivasäure 523.
Copal 490. 523.
Copernicia 440.
Coprinus 266.
Coprophileae 229.
Copulation 165.
Cora 244.
Corallina 204. 205.
Corallineae 205.
Coralliorrhiza 456.
Corchorus 491.
Cordiceps 231.
Cordyline 436.
Coriander 508.
Coriandreae 508.
Coriandrum 508.
Corispermum 474.
Cormophyten 2. 169.
Cornaceae 464. 503.
Cornicularia 244.
Cornus 503.
Corolle 398.
Corollinisch 398.
Coronaria 476.
Coronilla 520.
Coronilleae 520.
Corpuscula 371.
Corrigiola 475.
Corsinia 278.
Corsinieae 278.
Cortex Cascarillae 502.
— Chinae 543.
— Cinnamomi zeylanici 478.
— Cundurango 531.
— Frangulae 500.
— Fructus Aurantii 496.
— Fructus Citri 496.
— Mezerei 514.
— Quassiae 496.
Cortex Quebracho 530.
— Radicis Granati 514.
— Winteranus 480.
Corticium 264.
Cortinarius 266.
Cortusa 527.
Corydalis 484.
Corylaceae 461. 466.
Corylus 466.
Corymbus 25.
Coryne 264.
Corynephorus 447.
Coscinodisceae 181.
Coscinodon 296.
Cosmarium 184.
Cotoneaster 516.
Cotula 548.
Cotyledonen 312.
Coumarin 449. 518. 521. 522.
Coussin 517.
Crambe 486.
Crassula 509.
Crassulaceae 464. 509.
Crataegus 516.
Craterellus 265.
Crenothrix 212.
Crepis 549.
Crocus 438.
Cronartium 248.
Crotalaria 521.
Croton 502.
Crotoneae 501.
Crotonol 502.
Crotonsäure 502.
Crozophora 502.
Cruciferae 463. 484.
Cruciflorae 483.
Crypsis 447.
Cryptogamae 170.
Cryptogamae vasculares 167. 296.
Cryptogramme 316.
Cubeba 469.
Cubebae 469.
Cubebensäure 469.
Cubebin 469.
Cucubalus 476.
Cucumis 541.
Cucurbita 541.
Cucurbitaceae 462. 541.
Cundurangorinde 531.
Cunonieae 510.
Cuphea 513.
Cupressineae 366. 377. 378.
Cupressus 379.
Cupula 431.
Cupuliferae 465.
Curare 530.
Curcuma 453.
Curcumin 453.
Cuscuta 531.
Cuscuteae 531.
Cusparieae 495.
Cuticula 64.
Cuticularisirung 42.
Cuticularschichten 65.
Cutin 42.
Cutleria 196.
Cutleriaceae 196.
Cyanophyceae 176. 243.
Cyathea 317.
Cyatheaceae 299. 317.
Cyathium 501.
Cyathodium 278.
Cycadeae 168. 356. 357.
Cycadineae 361.
Cycas 362.
Cyclamen 527.
Cyclanthaceae 441.
Cyclisch 18.
Cyclus 17.
Cydonia 516.
Cyma 24.
Cymbelleae 181.
Cymen 537.
Cymös 22.
Cynanchum 531.
Cynara 550.
Cynodon 447.
Cynodontium 296.
Cynoglossum 533.
Cynomorium 525.
Cynosurus 448.
Cyperaceae 432. 450.
Cyperus 451.
Cypresse 379.
Cypripedium 456.
Cyrtandreae 538.
Cystiden 260.
Cystocarp 203.
Cystolithen 39. 43.
Cystopteris 317.
Cystopus 215. 216.
Cystoseira 200. 267.
Cytineae 461. 524.
Cytinus 524.
Cytisus 519. 521.
Cytoblast 33.
Dachig 400.
Dachrohr 449.
Dactyli 440.
Dactylis 448.
Daedalea 265.
Daemonorops 440.
Dahlia 549.
Dalbergia 522.

Dalechampieae 501.
Dammara 380.
Dammarharz 380.
Dammaryl 380.
Dammarylhalbhydrat 380.
Dammarylsäurehydrat 380.
Danaea 320.
Danaeaceae 300.
Daphne 514.
Daphnin 514.
Darlingtonia 488.
Dasya 205.
Dasycladeae 185.
Dattelpalme 440.
Dattelpflaume 528.
Datura 534.
Daturin 534.
Daucineae 507.
Daucus 507. 508.
Dauergewebe 60.
Dauermycelium 226.
Dauerzellen 171.
Davallia 315.
Davalliaceae 315.
Deckschuppe 367.
Deckblätter 14. 351.
Deckelfrüchtler 293.
Decussirt 15.
Dedoublement 18. 388.
Dehnbarkeit 138.
Delesseria 267.
Delphinium 481. 482.
Dentaria 485.
Dermatogen 100.
Desmidiaceae 182. 183.
Desmidium 184.
Desmodium 521.
Deutzia 510.
Dextrin 118.
Dhurra 449.
Diagonal 19.
Diagramm 17. 388.
Dianthus 476.
Diastase 118.
Diatomaceae 176. 177.
Diatomin 181.
Dicentra 484.
Dichasienähre 25.
Dichasium 25.
Dichelima 296.
Dichogamie 356. 419.
Dichopsis 528.
Dichotomen 338.
Dichotomie 22.
Dickenwachsthum 3.
Dickenwachsthum der Dicotyledonen 103.
Dickenwachsthum der Membran 35.
— — Monocotyledonen 102.
Dickfuss 265.
Dicksonia 317.
Diclinisch 351.
Diclytra 484.
Dicotyledoneae 169. 459.
Dicranella 296.
Dicranum 296.
Dictamnus 495.
Dictyopterideen 314.
Dicypellium 478.
Diervillea 544.
Digestionsdrüsen 124.
Digitaleïn 538.
Digitalin 538.
Digitalis 537. 538.
Digitoxin 538.
Dill 508.
Dilophospora 229.
Dinkel 449.
Diöcisch 351.
Dionaea 488.
Dioscoraceae 432. 438.
Dioscorea 438.
Diosmeae 495.
Diospyrinae 528.
Diospyros 528.
Diphtherie 212.
Diphyscium 295.
Diplecolobeae 485. 486.
Diplomitrieae 279.
Diplostemonie 396.
Diplotaxis 486.
Dipsaceae 462. 545.
Dipsacus 546.
Diptam 495.
Dipterix 522.
Dipterocarpaceae 490.
Dipterocarpus 490.
Discelium 295.
Discolichenes 240.
Discomycetes 221. 231.
Discus 418.
Distichiaceae 295.
Distichium 295.
Dithecisch 404.
Divergenz der Blätter 16.
Dividivi 523.
Dolde 22. 24.
Doldenrispe 25.
Doldenwickeln 25.
Dolichos 522.
Doppeltüpfel 38.
Dornen 10.
Dorema 506. 507. 508.
Doronicum 548.
Dorsiventralität 21. 154.
Dorycnium 520.
Draba 486.
Dracaena 436.
Drachenbaum 437.
Drachenblut 440.
Dracocephalum 536.
Draparnaldia 189.
Drehling 266.
Drehrost 248.
Drimys 480.
Drosera 488.
Droseraceae 463. 488.
Drupa 431.
Drüsen 91.
Drüsenhaare 70.
Dryadeae 516.
Dryas 516.
Dryobalanops 490.
Dudresnaya 204.
Dunkelstarre 163.
Ebenaceae 528.
Ebenholz 528.
Ebenstrauss 25.
Ebereresche 516.
Ecbalium 542.
Ecbolin 230.
Echeveria 509.
Echinocactus 510.
Echinops 547.
Echium 533.
Ectocarpeae 198.
Ectocarpus 196. 198.
Edelkastanie 467.
Edeltanne 381.
Ehrenpreis 538.
Ehretioideae 532.
Eibe 378.
Eibisch 493.
Eiche 467.
Eichhase 265.
Eierschwamm 266.
Eingeschlechtig 351.
Einhäusig 351.
Einkorn 449.
Einschlag 259.
Eisen 111.
Eisenholz 514. 528.
Eisenhut 482.
Eiskräuter 476.
Eiweisskörper 28. 120.
Ei, Eizelle 165. 173. 416.
Eispore 173.
Elachista 198.
Elaeagnaceae 461. 515.
Elaeagnus 515.
Elaeis 440.
Elaphomyces 225.

Elaphrium 666.
Elateren 276. 337.
Elatine 490.
Elatinaceae 463. 490.
Elemi 497.
Elephantenläuse 497.
Elettaria 453.
Eleusine 449.
Eleutheropetalae 464.
Elfenbeinnuss 440.
Elfenbeinschwamm 226.
Elodea 459.
Elsholtzia 536.
Elymus 448.
Embryo 298. 311. 329. 333. 337. 345. 348. 360. 375. 425.
Embryosack 353. 369. 415.
Embryoträger 347. 374.
Emergenzen 15.
Emetin 543.
Emmer 449.
Empetraeae 502.
Empetrum 502.
Empfängnissfleck 173.
Empleurum 495.
Empusa 214.
Emulsin 518.
Enantioblastae 439.
Encalypta 296.
Endivie 550.
Endknospe 7. 9.
Endocarp 431.
Endocarpeae 244.
Endocarpon 244.
Endodermis 88.
Endogen 2.
Endophyllum 248.
Endosperm 347. 370. 421.
Endosporium 216. 288.
Endothecium 288.
Endverzweigung 21.
Engelsüss 316.
Engelwurz 508.
Enteromorpha 189.
Entomophilae 358.
Entomophthora 214.
Entomophthoreen 209. 213. 214.
Enzian 530.
Epacridaceae 525.
Ephebe 244.
Ephedra 384.
Ephemereae 293.
Ephemerum 293.
Epheu 503.
Epicarp 431.
Epichloë 231.
Epidendron 458.
Epidermis 63.
Epigynisch 411.
Epilobium 512.
Epimedium 478.
Epinastie 153.
Epipactis 455.
Epipetal 396.
Epiphragma 295.
Epiphyllum 510.
Epiplasma 220.
Epipogon 455.
Episepal 396.
Epitrop 414.
Equisetaceae 167. 300. 333.
Equisetinae 300. 333.
Equisetites 338.
Equisetum 333.
Eragrostis 448.
Eranthemum 539.
Eranthis 432.
Erbse 521.
Erbsenstrauch 521.
Erdbeere 517.
Erdeichel 521.
Erdkohlrabi 487.
Erdkrebs 266.
Erdnuss 521.
Eremascus 222.
Eremobiae 187.
Ergotin 230.
Erica 526.
Ericaceae 463. 525.
Ericolin 526.
Erigeron 547.
Eriocaulaceae 439.
Eriophorum 451.
Eritrichium 533.
Erle 466.
Ernährung der Pflanze 110.
Erodium 493.
Ersatzfasern 82.
Erucastrum 486.
Ervum 520.
Eryngium 505.
Erysimum 486.
Erysiphe 224.
Erysipheï 221. 222.
Erythraea 530.
Erythrina 522.
Erythrocentaurin 530.
Erythroxylaceae 497.
Erythroxylon 497.
Escallonieae 509.
Esche 529.
Eschscholtzia 483.
Esdragon 550.
Esparsette 521.
Esparto 449.
Essigbaum 497.
Essigrose 516.
Etiolement 146.
Etiolin 46.
Eucyclisch 18. 390.
Eudorina 105.
Eugenia 514.
Eugenol 514.
Eulophia 456.
Eunotieae 181.
Eupatorium 547.
Euphorbia 501. 502.
Euphorbiaceae 461. 501.
Euphorbieae 501.
Euphorbium 502.
Euphorbon 502.
Euphrasia 538.
Eurhynchium 296.
Eurotium 224.
Euryale 483.
Eusporangiatae 299.
Euterpe 440.
Evernia 244.
Evonymus 499.
Excipulum 242.
Excrete 118.
Exidia 251.
Exine 359.
Exoascus 222.
Exobasidium 265.
Exogen 2.
Exosporium 216.
Exostemma 544.
Faba calabarica 522.
Fabronia 296.
Fabroniaceae 296.
Fachspaltig 431.
Fadenapparat 416.
Fadenflechten 233.
Färberginster 521.
Färberröthe 543.
Fäulnissbewohner 47. 124.
Fagaceae 461. 466.
Fagus 466. 467.
Fahne 519.
Fahnenhafer 449.
Falcaria 506.
Farne 301.
Farnkräuter 167.
Farnpflanzen 167. 296.
Farsetia 485.
Fasciculararcambium 103.
Fasciculites 440.
Faserzellen 60.
Faulbaum 500.
Faulfrüchtler 290.

Favellae 203.
Fegatella 278.
Fehlschlagen 18.
Feige 470.
— indische 510.
Feldahorn 498.
Fenchel 508.
Fermentbacterien 242.
Fermente 118.
Fernambukholz 523.
Ferula 507.
Ferulago 507. 509.
Ferulasäure 509.
Festuca 448.
Festucaceae 448.
Fette 50.
Feuerbohne 521.
Feuerschwamm 265.
Fibrovasalbündel 75.
Fibrovasalstränge 75.
— collaterale 79.
— concentrische 79.
— gemeinsame 76.
— geschlossene 78.
— offene 79.
— stammeigene 76.
— der Wurzeln 85.
Ficaria 481.
Fichte 381. 382.
Fichtenharz 383.
Fichtennadelrost 248.
Fichtenspargel 526.
Ficoideae 476.
Ficus 470.
Fieberklee 530.
Fieberrindenbäume 543.
Filago 547.
Filament 352. 401.
Filices 299. 301.
Filicinae 167. 299. 301.
Filixgerbsäure 317.
Filixsäure 317.
Filzgewebe 59.
Fimbriaria 278.
Fingerhut 538.
Fioringras 449.
Fissidens 298.
Fissidenteae 295.
Flabellaria 440.
Flaccidezza 212.
Flachs 435. 494.
Flachsseide 531.
Flächenwachsthum 3.
Flächenwachsthum der Zellhaut 34.
Flaschenkürbis 542.
Flechten 167. 209. 233. 267.
Flechtenpilze 233.
Fleischflecken 231.
Fliegenpilz 266.
Flohsamen 540.
Flores Arnicae 550.
— Aurantii 496.
— Chamomillae 550.
— Cinae 550.
— Kusso 517.
— Malvae 493.
— Millefolii 550.
— Rhoeados 483.
— Rosae 516.
— Sambuci 544.
— Tiliae 491.
— Verbasci 538.
Florideae 176. 201. 287.
Flügel 519.
Flugbrand 220.
Flughafer 449.
Föhre 383.
Foeniculum 506. 508.
Folgemeristem 60.
Folia Althaeae 493.
— Belladonnae 534.
— Bucco 495.
— Digitalis 538.
— Farfarae 549.
— Jaborandi 495.
— Juglandis 468.
— Malvae 493.
— Nicotianae 534.
— Sennae 523.
— Toxicodendri 497.
— Trifoli fibrini 530.
— Uvae ursi 526.
Folliculus 430.
Fontinalaceae 296.
Fontinalis 296.
Fortpflanzung 163.
Fossombronia 279.
Fragaria 516. 517.
Fragilarieae 181.
Francoaceae 509.
Frangulin 500.
Frangulinae 499.
Fraxinoideae 528.
Fraxinus 528. 529.
Fremdbestäubung 356.
Freycinetia 441.
Fritillaria 435.
Frucht 430.
Fruchtblätter 14. 353. 365. 410.
Fruchtknoten 410.
Fruchtlager 207. 227.
Fruchtschuppe 367.
Fructus Anisi stellati 480.
— — vulgaris 508.
Fructus Aurantii immaturus 496.
— Cannabis 471.
— Cardamomi 453.
— Carvi 508.
— Ceratoniae 523.
— Foeniculi 508.
— Lauri 478.
— Papaveris 483.
— Juniperi 379.
— Phellandrii 508.
— Rhamni catharticae 500.
— Vanillae 458.
Frühjahrsholz 104.
Frullania 279.
Frustulia 186.
Fucaceae 199. 267.
Fuchsia 512.
Fuchsschwanz 474.
Fuchsschwanzgras 449.
Fucoideae 176. 195.
Fucoides 267.
Fucus 199. 267.
Fucus amylaceus 205.
Füllgewebe 74. 88. 100.
Fuligo 210.
Fumago 229.
Fumaria 484.
Fumariaceae 463. 483.
Funaria 295.
Funariaceae 295.
Fungi 167. 205.
Fungus Chirurgorum 252.
— igniarius 265.
— Laricis 265.
— Sambuci 251.
Funiculus 354.
Fustic 470.
Futterwicke 521.
Gabelung 22.
Gährung 127.
Gagea 435.
Gagel 468.
Galactodendron 471.
Galangin 453.
Galanthus 437.
Galbanum 508.
Galega 520.
Galegeae 420.
Galeobdolon 536.
Galeopsis 536.
Galinsoga 548.
Galipea 495.
Galium 543.
Gallae 467.
Galläpfel 467.
— chinesische 497.

Gallertflechten 234.
Gallertpilze 250.
Gallusgerbsäure 467.
Gambir 543.
Gameten 165. 171.
Gametangien 184.
Gamopetalae 461. 525.
Garcinia 490.
Gartenkohl 487.
Gasbewegung 135.
Gastromycetes 250. 251.
Gaura 512.
Geaster 252.
Geastrideï 252.
Gedreht 400.
Gefässbündel Vgl. Fibrovasalstränge.
Gefässe 79.
Gefässkryptogamen 167. 296.
Gefässpflanzen 169.
Gegenfüsslerinnen 417.
Gehülfinnen der Eizelle 416.
Geigenharz 383.
Geisblatt 544.
Gelbholz 470.
Gelbwurzel 453.
Gemmen 214.
Gemmula 353.
Generationswechsel 166.
Genista 519. 521.
Genisteae 519.
Gentiana 529. 530.
Gentianaceae 462. 529.
Gentianoideae 529.
Gentianose 530.
Gentiopikrin 530.
Gentisin 530.
Geocalyceae 280.
Geocalyx 280.
Geoglossum 233.
Georgine 549.
Geotropismus 149.
Geraniaceae 464. 493.
Geranium 493.
Gerbstoff 51.
Gerbstoffschläuche 91.
Germen 410.
Germer 433.
Gerste 449.
Gesneraceae 462. 538.
Gesnereae 538.
Getreiderost 246. 248.
Geum 516.
Gewebe 59.
— leitendes 413.
— mechanische 87.
Gewebespannung 139.
Gewebesysteme 63.
Gewürznelken 514.
Giftreizker 266.
Giftsumach 497.
Gigartina 205.
Gigartineae 205.
Gingko 378.
Ginster 521.
Gladiolus 438.
Glandulae Rottlerae 502.
Glaucium 483.
Glaux 527.
Gleba 251.
Glechoma 536.
Gleichenia 315. 317.
Gleicheniaceae 299. 317.
Glied, hypocotyles 425.
Glieder der Pflanze 1.
— Stellungsverhältnisse 15.
— Verzweigung 21.
Gliederschote 485.
Globoide 33.
Globularia 539.
Globulariaceae 462. 539.
Glockenblume 540.
Glockenhaide 526.
Gloeocapsa 177.
Gloeocystis 188.
Gloeothece 177.
Glomeruli 203.
Glossopodium 343.
Gloxinia 538.
Glumaceae 444.
Glumiflorae 444.
Glutamin 120.
Glyceria 448.
Glycose 115.
Glycyrrhiza 520. 521.
Glycyrrhizin 521.
Gnaphalium 547.
Gnetaceae 168. 356. 384.
Gnetum 384.
Gnomonia 229.
Godetia 512.
Goldfussia 539.
Goldknöpfchen 482.
Goldlack 486.
Goldregen 521.
Gommer 449.
Gomphidius 266.
Gomphonemeae 181.
Gongrosira 185.
Gonidien 171. 207. 226. 233.
Gonidienfrüchte 226.
Gonidienträger 221.
Gonium 186.
Gonolobus 531.
Gonoplasma 216.
Goodyera 456.
Gossypium 493.
Götterbaum 496.
Gottesgerichtsbohne 522.
Gräser 444.
Gramineae 432. 444.
Granatapfel 514.
Granatgerbsäure 514.
Granulose 49.
Graphideae 244.
Graphis 244.
Gratiola 537.
Grenzlamellen 65.
Grenzschichten 65.
Grenzzellen 178.
Grevillea 515.
Griffel 410.
Griffelblätter 413.
Griffelcanal 413.
Griffelsäule 405,
Grimaldia 278.
Grimmia 296.
Grimmiaceae 296.
Grossulariaceae 510.
Grünfäule 265.
Grünkohl 487.
Gruinales 493.
Grundgewebe 85.
Grundquadrat 288.
Grundspirale 17.
Guajacin 495.
Guajacum 495.
Guajaksäure 495.
Guajavae 514.
Gummi arabicum 523.
Gummibaum 471.
Gummibildung 42.
Gummigänge 62. 91.
Gummigut 489. 490.
Gummiharze 91.
Gummiharzschläuche 91.
Gurke 541.
Guttapercha 528.
Gymnadenia 455. 456.
Gymnema 531.
Gymnoasci 209. 221. 222.
Gymnoascus 222.
Gymnogramme 316.
Gymnomitrieae 280.
Gymnomitrium 280.
Gymnospermae 168. 356.
Gymnospermie 355.
Gymnosporangium 247. 248.
Gymnostomum 296.
Gynaeceum 351. 410.
Gynandrae 453.
Gynandrophorum 405.

Gynerium 449.
Gynophorum 388.
Gynostemium 405.
Gypsophila 476.
Gyrophora 244.
Haare 1. 14. 68.
Haargeflecht 210.
Habenaria 456.
Hacquetia 505.
Haematoxylin 523.
Haematoxylon 523.
Haemodoraceae 439.
Hafer 449.
Haftfasern 236.
Hagebutte 516.
Hagenia 517.
Hahnenkamm 474.
Haidekraut 526.
Hainbuche 466.
Halbgräser 450.
Halianthus 475.
Halimus 474.
Hallimasch 266.
Halorrhagidaceae 512.
Halscanalzellen 275.
Halszellen 371.
Hamamelideae 510.
Hamamelis 510.
Hanf 471.
Hanftod 539.
Hanfwürger 539.
Haplolaeneae 279.
Haplomitrieae 279.
Haplomitrium 279.
Haplostemonie 396.
Harngährung 212.
Hartriegel 503.
Harzgänge 62. 91.
Harzschläuche 91.
Harzsticken 266.
Harzüberfülle 266.
Haschisch 471.
Haselnuss 466.
Haselwurz 524.
Haube 285.
Hauhechel 521.
Hausschwamm 265.
Haustorien 123. 206.
Hautbildungsgewebe 100.
Hautgewebe 63.
Hautschicht 29.
Hedera 503.
Hedwigia 296.
Hedysareae 520.
Hedysaroideae 520.
Hedysarum 520. 521.
Hefepilze 221. 244.
Heidelbeere 526.
Helenin 549.
Helianthemum 489.
Helianthus 548.
Helichrysum 547. 550.
Heliotropismus 147.
Heliotropites 533.
Heliotropium 532.
Helleboreae 481.
Helleborus 482.
Helminthia 549.
Helminthochorton 205.
Helobiae 458.
Helosciadium 506.
Helvella 233.
Helvellaceae 233.
Hemicyclisch 18.
Hemitelia 317.
Hemitrichia 210.
Hepatica 481.
Hepaticae 167. 269.
Heracleum 507. 508.
Herba Absinthii 550.
— Aconiti 482.
— Cannabis indicae 471.
— Cardui benedicti 550.
— Centaurii 530.
— Chelidonii 483.
— Chenopodii ambrosioidis 474.
— Cochleariae 486.
— Conii maculati 508.
— Hyoscyami 534.
— Jaceae 488.
— Lobeliae 541.
— Meliloti 521.
— Millefolii 550.
— Polygalae amarae 499.
— Pulsatillae 482.
— Spilanthis 550.
— Stramonii 534.
— Violae tricoloris 488.
Herbstholz 104.
Herbstzeitlose 433.
Hermaphroditisch 351.
Herminium 455.
Herniaria 475.
Hesperidin 496.
Hesperis 486.
Heterocyclisch 390.
Heterocysten 178.
Heterogam 172.
Heteromer 234. 390.
Heteröcisch 246.
Heterospor 168. 298.
Heterostylie 419.
Hevea 502.
Hexenmehl 342.
Hexenbesen 222.
Hexenpilz 265.
Hexenringe 255.
Hibiscus 492. 493.
Hickoryholz 468.
Hieracium 549.
Hierochloa 446. 449.
Hildenbrandtia 201.
Hilus 429.
Himalajaceder 382.
Himanthalia 200.
Himantoglossum 455.
Hippocastaneae 464. 497.
Hippochaete 338.
Hippocrepis 520.
Hippomane 502.
Hippomaneae 501.
Hippophaë 515.
Hippurideae 461. 512.
Hippuris 512.
Hirneola 251.
Hirschschwamm 264.
Hirse 449.
Hochblätter 14.
Holcus 448.
Holosteum 475.
Holz 78. 79.
Holzgefässe 79.
Holzparenchym 82.
Holzprosenchym 81.
Holzstrahlen 86.
Holzzellen 81.
Homalia 296.
Homalothecium 296.
Homöomer 234.
Homotrop 430.
Honiggras 449.
Honigthau 229.
Honkeneya 475.
Hookeriaceae 296.
Hopfen 471.
Hopfenbittersäure 471.
Hordeaceae 448.
Hordeum 449.
Horminum 536.
Hormogonium 176.
Hornbaum 398.
Hornblatt 402.
Hortensie 509.
Hostien, blutende 212.
Hottonia 527.
Hoya 531.
Hülfsporenzellen 66.
Hülle 274. 399.
Hüllgewebe 100.
Hülse 430.
Hülsen 498.
Huflattich 549.
Humulus 471.
Humusbewohner 124.
Hundspetersilie 508.

Hundsruthe 525.
Hungerzwetschen 222.
Hut 255.
Hutchinsia 486.
Hutpilze 255.
Hyacinthus 435.
Hydneï 255. 265.
Hydnora 523.
Hydnum 265. 267.
Hydrangea 509.
Hydrangeae 509.
Hydrilla 459.
Hydrilleae 459.
Hydrocarya 512.
Hydrocarotin 508.
Hydrocharideae 432. 459.
Hydrocharis 459.
Hydrocoleaceae 449.
Hydrocotyle 505.
Hydrocotyleae 505.
Hydrodictyeae 187.
Hydrodictyon 187.
Hydrophilae 356.
Hydrophyllaceae 532.
Hydropterides 300. 325.
Hygrophorus 266.
Hylocomium 296.
Hymenaea 523.
Hymenialalgen 237.
Hymenium 207. 220. 258.
Hymenogastreï 252.
Hymenolichenes 239. 244.
Hymenomycetes 250. 253. 267.
Hymenophyllaceae 299. 315.
Hymenophyllum 315.
Hyoscyameae 534.
Hyoscyamin 534.
Hyoscyamus 534.
Hypanthium 397.
Hypecoeae 484.
Hypecoum 484.
Hypericaceae 463. 489.
Hypericum 489.
Hyphen 206.
Hypnaceae 296.
Hypnum 296.
Hypochoeris 549.
Hypocotyl 425.
Hypoderm 71. 87.
Hypoderma 232.
Hypogynisch 411.
Hyponastie 153.
Hypophlöodisch 235.
Hypophyse 426.
Hypopityaceae 526.
Hypothecium 242.
Hypoxideae 439.
Hypoxylon 231.
Hyssopus 536.
Hysterium 232.
Hysterophyta 524.
Jacaranda 539.
Jahresringe 104.
Jasmin 510.
Jasmineae 462. 529.
Jasminum 529.
Jasione 540.
Jatropha 502.
Jatrorhiza 479.
Iberis 486.
Jeanpaulia 333.
Jerichorose 486.
Jervasäure 433.
Jervin 433.
Jesuitenthee 474.
Igelföhre 383.
Ignatia 530.
Ignatiusbohnen 530.
Ilex 499.
Illicineae 499.
Illecebrum 475.
Illicieae 480.
Illicium 480.
Imbibition 137. 139. 143.
Immergrün 530.
Immortelle 550.
Impatiens 494.
Imperatoria 507.
Indigo 521.
Indigofera 521.
Induplicativ-klappig 400.
Indusium 302.
Inflorescenz 24.
Ingwer 453.
Inosit 468.
Insektenblüthler 356.
Insektenpulver 550.
Integument 353.
Intercalar 3.
Intercellulargänge 62.
Intercellularräume 62.
Intercellularsubstanz 61.
Interfascicularcambium 103.
Internodien 8.
Interponirt 18. 396.
Interstaminal 418.
Intine 359.
Intrastaminal 418.
Introrse 402.
Intussusception 39.
Inula 547. 549.
Inulin 51. 549.
Invertin 118.
Involucrum 203. 256. 399.
Jod 205.
Johannisbeere 510.
Johannisbrodbaum 523.
Ipomoea 531.
Iridaceae 432. 438.
Iris 438.
Irpex 265.
Isatideae 486.
Isatis 486. 487.
Isnardia 512.
Isocyclisch 390.
Isoëtaceae 300. 342.
Isoëtes 342.
Isogam 165.
Isogameten 165. 171.
Isomer 390.
Isonandra 528.
Isopyrum 482.
Isospor 167. 298.
Isothecium 296.
Jubuleae 279.
Judasbaum 523.
Judendorn 500.
Juglandeae 460. 467.
Juglans 468.
Juncaceae 432. 436.
Juncagineae 432. 458.
Juncus 436.
Jungermannia 280.
Jungermanniaceae 277. 279. 280.
Jungfernschwamm 266.
Juniperus 378.
Jurinea 547.
Jussieuae 512.
Justicia 539.
Jute 491. 521.
Kaempferid 453.
Kaffeebaum 543.
Kaffeegerbsäure 543.
Kahmhaut 245.
Kaiserkrone 435.
Kaiserling 266.
Kältestarre 163.
Kalium 111.
Kalk 43. 52.
Kallus 105.
Kalmus 443.
Kamala 502.
Kamille 550.
— römische 550.
Kammgras 449.
Kampfer 478.
Kandelia 512.
Kappern 487.
Kapsel 430.
Kapuzinerpilz 265.
Kartoffel 534.
Kartoffelkrankheit 216.

Kastanie 467.
Kätzchen 25.
Kaulfussia 320.
Kauricopal 380.
Kaurifichte 380.
Kautschuk 471. 502. 530.
Keimblätter 312. 348.
Keimhäufchen 203.
Keimkern 373.
Keimling 425.
Keimporen 246.
Keimsack 353. 415.
Keimscheibe 277.
Kelch 14. 387. 398.
Kelchartig 398.
Kelchstaubfäden 396.
Kellerhals 514.
Keramidium 203.
Kerbel 508.
Kermesbeere 474.
Kernholz 104.
Kernkörperchen 34.
Kernpilze 226.
Kernplasma 34.
Kernplatte 57.
Kernspindel 57.
Kerntonne 57.
Kernwarze 353.
Kerria 517.
Keulenschwämme 264.
Kichererbse 521.
Kiefer 381. 382.
Kiefernblasenrost 248.
Kieferndrehrost 248.
Kieselerde 44.
Kieselguhr 181.
Kino 522.
Kinogerbsäure 522.
Kinoroth 522.
Kirsche 517.
Kirschgummi 42.
Kirschlorbeer 518.
Kirschwasser 518.
Klappig 400.
Klatschmohn 483.
Klatschrosensäure 483.
Klee 521.
Kleekrebs 233.
Kleesalz 494.
Kleistogamie 418.
Knäuelgras 449.
Knautia 546.
Knoblauch 435.
Knollen 10.
Knospen 8. 9.
Knospendeckung 13.
Knospengrund 355.
Knospenkern 353.
Knospenlage 13. 400.
Knoten 8.
Kobalt 112.
Kochia 474.
Koeleria 448.
Köpfchen 24.
Köpfchendichasien 25.
Köpfchentraube 24.
Königin der Nacht 510.
Kohl 487.
Kohlehydrate 34.
Kohlensäure 115.
Kohlenstoff 111.
Kohlpflanzenhernie 211.
Kohlrabi 487.
Kohlrübe 487.
Kokkelskörner 479.
Kokospflaume 518.
Kolben 24.
Kolbenhirse 449.
Koloquinthe 542.
Kopfausschlag 9.
Kopfkohl 487.
Kopfsalat 550.
Korinthen 500.
Kork 72.
Korkcambium 72.
Korkeiche 467.
Kornelkirsche 503.
Krachmandeln 518.
Krähenaugen 530.
Krameria 523.
Krapp 543.
Kräuselkrankheit 222.
Krauseminze 537.
Krautseen 201.
Kresse 487.
Kreuzblume 499.
Kreuzdorn 500.
Krone 387. 398.
Kronenartig 398.
Kronstaubfäden 396.
Krösling 266.
Krummholzkiefer 383.
Krustenflechten 235.
Krystalle 52.
Krystalloide 32.
Kubeben 469.
Kümmel 508.
Kürbis 541.
Kuhbaum 471. 531.
Kuhschelle 482.
Kupfer 112.
Kurzgriffelig 419.
Kusso 517.
Labiatae 462. 534.
Labiatiflorae 534. 548.
Lackmus 244.
Lackmusflechte 244.
Lactarius 266.
Lactuca 549. 550.
Lactucarium 550.
Lactucasäure 550.
Lactucin 550.
Lactucon 550.
Lactucopikrin 550.
Ladanum 489.
Ladenbergia 544.
Längenwachsthum 3.
Längsspannung 140.
Lärche 381. 382.
Lärchenrindenkrebs 233.
Läusesamen 438.
Lagenaria 542.
Lagerpflanzen 2. 167. 170.
Lambertsnuss 466.
Laminaria 199.
Laminarieae 198.
Lamium 536.
Lampsana 549.
Langgriffelig 419.
Langsdorffia 525.
Lantana 539.
Lappa 547.
Lappula 533.
Laricin 265.
Larix 381. 382.
Laserpitium 507.
Lateral 19.
Laterale 388.
Lathraea 538.
Lathyrus 521.
Latsche 383.
Lattich 550.
Laubblätter 13.
Laubflechten 234.
Laubhölzer 104.
Laubmoose 167. 269. 280.
Laubpflanzen 167.
Laudatea 244.
Lauraceae 477.
Laureae 478.
Laurencia 205.
Laurin 478.
Laurostearin 478.
Laurus 478.
Lavandula 536. 537.
Lavatera 493.
Lebensbaum 379.
Lebermoose 167. 269.
Lecanora 244.
Lecanoreae 244.
Lecidea 244.
Lecideae 244.
Ledum 526.
Leersia 446.
Legföhre 383.
Legumen 430.

Leguminosae 518.
Lejeunia 279.
Leimgewebe 71.
Leimzotten 70.
Lein 494.
Leinöl 494.
Leindotter 487.
Lejolisia 203.
Leitbündel 75.
Lemanea 205. 201.
Lemaneaceae 205.
Lemna 443.
Lemnaceae 432.
Lemnoideae 443.
Lens 521.
Lentibulariaceae 462. 538.
Lenticellen 74.
Lentinus 266.
Lenzites 265. 267.
Leontodon 549.
Leontopodium 547.
Leonurus 536.
Lepidineae 486.
Lepidium 486. 487.
Lepidodendreae 349.
Lepidodendron 349.
Lepidophyllum 349.
Lepidostrobus 349.
Lepidozia 280.
Lepidozieae 280.
Lepigonum 475.
Leptogieae 244.
Leptogium 244.
Leptopteris 320.
Leptosporangiatae 299.
Leptotrichum 296.
Leptothrix 212.
Lescuraea 296.
Leskea 296.
Leskeaceae 296.
Lessonia 199.
Leucadendron 515.
Leucanthemum 548.
Leucin 120.
Leucobryaceae 295.
Leucobryum 295.
Leucodon 296.
Leucojum 437.
Leucothoë 526.
Levisticum 507. 508.
Levkoje 486.
Libanonceder 382.
Libanotis 507.
Libriformfasern 82.
Lichen islandicus 244.
— parietinus 244.
— pulmonarius 244.
Lichenes 167. 209. 221. 233.
Lichesterinsäure 244.
Lichina 244.
Lichinaceae 244.
Licht 121. 126. 131. 146. 157. 161.
Lichtentwickelung 128.
Lichtnelke 476.
Liebesapfel 534.
Liebstöckel 508.
Lignin 42.
Lignum campechianum 523.
— Guajaci 495.
— Quassiae 496.
— Sassafras 478.
Ligula 14. 343.
Ligulargebilde 14. 399.
Liguliflorae 548.
Ligustrum 528. 529.
Liliaceae 432. 433.
Lilieae 435.
Liliiflorae 433.
Lilium 435.
Limette 496.
Limnanthemum 530.
Limodorum 455.
Limone 496.
Limosella 537.
Linaceae 463. 494.
Linaria 537.
Linde 491.
Lindernia 537.
Linnaea 544.
Linse 521.
Linum 494.
Liparis 456.
Liquidambar 510.
Lirellen 240.
Liriodendron 480.
Listera 455.
Lithium 112.
Lithospermum 533.
Littorella 540.
Livistona 440.
Lobelia 541.
Lobeliaceae 462. 540.
Lobelacrin 541.
Lobelin 541.
Löcherschwämme 265.
Loculicid 431.
Löffelkraut 486.
Löwenmaul 538.
Löwenzahn 550.
Loganiaceae 530.
Lohblüthe 210.
Lohe 231.
Lolium 449.
Lonicera 544.
Loniceroideae 544.
Lophocolea 280.
Lophodermium 232.
Loranthaceae 464. 525.
Loranthus 525.
Lorbeer 478.
Lorchel 233.
Lotoideae 519.
Lotosblume 483.
Lotus 520.
Luftcanäle 62.
Luftspalten 68.
Luftwurzeln 4.
Lunaria 486.
Lungenmoos 244.
Lunularia 278.
Lupine 519.
Lupinus 519.
Lupulin 471.
Luzerne 521.
Luzula 436.
Lychnis 476.
Lycium 534.
Lycogala 210.
Lycoperdaceï 252.
Lycoperdon 252.
Lycopersicum 534.
Lycopodiaceae 300. 338.
Lycopodieae 339.
Lycopodinae 167. 300. 338.
Lycopodites 342.
Lycopodium 339.
Lycopsis 533.
Lycopus 535.
Lygeum 449.
Lygodium 315. 319.
Lysigen 62.
Lysimachia 527.
Lythraceae 464. 512.
Lythrum 513.
Maba 528.
Macis 480.
Maclura 470.
Macrochloa 449.
Macrocystis 199.
Macrosporangium 168. 297.
Macrosporen 168. 297. 353.
Macrostylosporen 221. 226.
Madia 550.
Madotheca 279.
Maesa 527.
Magnesium 111.
Magnolia 480.
Magnoliaceae 480.
Magnolieae 480.
Mahagoni 496.

Mahonia 478.
Majanthemum 436.
Maiglöckchen 436.
Mairan 537.
Majoran 537.
Mais 449.
Maisbrand 220.
Maisschwamm 266.
Malachium 476.
Malaxis 456.
Mallotium 244.
Malope 493.
Malpighiaceae 497.
Malva 492. 493.
Malvaceae 464. 492.
Mamillaria 510.
Mammea 490.
Mammuthbaum 379.
Mandel 518.
Mangan 112.
Mangifera 497.
Manglesia 515.
Mango 497.
Mangold 474.
Mangroven 512.
Manihot 502.
Manilahanf 452.
Manna 244.
Mannaesche 529.
Mannazucker 529.
Mannit 199.
Mannubrium 194.
Manschinellbaum 502.
Mantelschicht 297.
Maranta 453.
Marantaceae 453.
Marasmius 266.
Marattia 320.
Marattiaceae 300. 320.
Marattieae 300.
Marattiopsis 323.
Marchantia 278.
Marchantiaceae 277.
Marchantieae 278.
Mariengras 449.
Mark 77. 86.
Markkrone 103.
Markstrahlen 86.
Markverbindungen 78. 103.
Maronen 467.
Marrubium 536.
Marsdenia 531.
Marsilia 330. 333.
Marsiliaceae 300. 330.
Marsilidium 333.
Masticin 497.
Mastigobryum 280.
Mastix 487.
Mastixsäure 497.
Maté 499.
Matricaria 548. 550.
Matthiola 486.
Maulbeerbaum 470.
Mauritia 440.
Meconsäure 483.
Mediane 16. 388.
Medicago 520. 521.
Meerzwiebel 435.
Meesea 296.
Mehlthaupilze 222.
Melaleuca 514.
Melampsora 248.
Melampryum 538.
Melandrium 476.
Melanophyceae 195.
Melanospermeae 195.
Melanthaceae 432.
Melanthieae 433.
Melastomaceae 513.
Meliaceae 496.
Melica 448.
Melilotus 520. 521.
Melissa 536. 537.
Melittis 536. 537.
Melobesia 201.
Melocactus 510.
Melone 541.
Melonenbaum 511.
Melosireae 181.
Menispermaceae 478.
Menispermum 479.
Mentha 536. 537.
Menthol 537.
Menyantheae 530.
Menyanthes 530.
Menyanthin 530.
Mercurialis 501.
Mericarpium 430.
Meridieae 181.
Merismopoedia 177.
Meristem 60.
Merrettich 486.
Merulius 265.
Mesembryanthemeae 476.
Mesembryanthemum 476.
Mesocarpeae 183.
Mesogloea 198.
Mesogloeaceae 198.
Mesophyll 88.
Mespilus 516.
Metrosideros 514.
Metroxylon 440.
Metzgeria 279.
Metzgerieae 279.
Meum 506.
Mibora 447.
Micelle 40.
Micrasterias 184.
Micrococcus 212.
Micromeria 537.
Micropyle 353.
Microstylis 456.
Microsporangien 168. 297. 351.
Microsporen 168. 297. 352.
Microstylosporen 221. 226.
Milch, blaue 212.
Milchgefässe 90.
Milchröhren 89.
Milchsaft 89.
Milchsaftgänge 62.
Milchzellen 89.
Milium 447.
Milzbrand 212.
Mimosa 523.
Mimosaceae 523.
Mimulus 538.
Mirabilis 475.
Mispel 516.
Mistel 525.
Mittelband 352.
Mittellamelle 61.
Mnium 296.
Möhre 508.
Mörkia 279.
Moehringia 475.
Moenchia 476.
Mohn 483.
Mohrenhirse 449.
Mohria 320.
Moleküle 40.
Molinia 448.
Monoblepharis 217.
Monocarpisch 410.
Monöcisch 351.
Monocotyledoneae 169. 431.
Monomer 411.
Monopodium 22.
Monostroma 189.
Monothecisch 404.
Monotropa 526.
Monotropeae 526.
Montia 477.
Moos, irländisches 205.
— isländisches 244.
Moosbeere 526.
Moose 167. 267.
Moosfrucht 268.
Moraceae 460.
Morchel 233.
Morchella 233.

Mordschwamm 266.
Moreae 470.
Morphin 483.
Mortierelleen 210.
Morus 470.
Mougeotia 183.
Mucor 213.
Mucorhefe 214.
Mucorineae 213.
Mulgedium 549.
Mundbesatz 294.
Musa 451.
Musaceae 451.
Muscardine 231.
Muscari 435.
Musci 167. 269. 280.
Muscineae 167. 267.
Muskatblüthe 480.
Muskatnuss 480.
Musseron 266.
Mutisia 548.
Mutterkorn 229. 230.
Mutternelken 514.
Mütze 268.
Myagrum 486.
Mycelium 206.
Mycetozoen 209.
Mycocecidien 208.
Mycoderma 245.
Myosotis 533.
Myosurus 481.
Myrica 468.
Myricaceae 461. 468.
Myricaria 490.
Myriophyllum 512.
Myristica 480.
Myristicaceae 480.
Myrosin 487.
Myrosinsäure 487.
Myroxylon 521.
Myrrhen 447.
Myrrhis 508.
Myrsinaceae 527.
Myrtaceae 513.
Myrthe 514.
Myrtiflorae 511.
Myrtus 514.
Myxamöben 209.
Myxomycetes 208. 209.
Nabel 429.
Nachtkerze 512.
Nabelstrang 254.
Nachtviole 487.
Nachwirkungsbewegungen 163.
Nackthafer 449.
Nadelbräune 232.
—hölzer 104. 168. 362.
—röthe 232.
Nadelschütte 232.
Nährstoffe 110. 131.
— Aufnahme derselben 112.
Nagel 399.
Najadaceae 432. 443.
Najadoideae 444.
Najas 444.
Narbe 410. 413.
Narceïn 483.
Narcissus 437.
Narcotin 483.
Nardus 447.
Narthecium 435.
Narthex 508.
Nasturtium 485. 486.
Nataloïn 435.
Natrium 111.
Naviculeae 181.
Nebenblätter 13.
Nebenkrone 399.
Nebenproducte des Stoffwechsels 118.
Nebenwurzeln 6.
Nebenzellen der Spaltöffnungen 66.
Neckera 296.
Neckeraceae 296.
Nectarien 418.
Nectria 231.
Negundo 498.
Nelke 476.
Nelumbieae 483.
Nelumbium 483.
Nemaliaceae 205.
Nemophila 532.
Neottia 455.
Nepenthaceae 489.
Nepenthes 489.
Nepeta 536.
Nereocystis 199.
Nerium 530.
Nervatur 386.
Neslia 486.
Netzleisten 38.
Neuropterideen 314.
Neuropteris 315.
Nicandra 534.
Nickel 112.
Nicotiana 534.
Nicotianin 534.
Nicotin 534.
Nidularia 253.
Nidulariaceï 253.
Niederblätter 13.
Nieswurz 482.
Nigella 482.
Nigritella 455.
Nitella 195.
Nitelleae 195.
Nitzschieae 181.
Nonnea 533.
Nostoc 178.
Nostocaceae 177. 178. 243.
Notholaena 316.
Notorhizeae 485. 486.
Notothylas 280.
Nucellus 353.
Nucleïn 34.
Nucleoli 34.
Nucleus 33. 203.
Nuphar 482.
Nuss 430.
Nutation 153.
Nux 430.
Nux moschata 480.
Nyctaginiaceae 476.
Nyctalis 266.
Nymphaea 482.
Nymphaeaceae 463. 482.
Nymphaeinae 482.
Obdiplostemonie 396.
Oberblätter 270.
Oberhaut 63.
Oberkohlrabi 487.
Oberschlächtig 270.
Oberständig 411.
Obione 474.
Obryzeae 244.
Obryzum 244.
Ochrolechia 244.
Ocimum 536. 537.
Octaviana 252.
Oedogoniaceae 190.
Oedogonium 190.
Oel 50.
Oelbaum 529.
Oelgänge 62. 91.
Oelkörper 50.
Oelpalme 440.
Oenanthe 506. 508.
Oenanthera 512.
Oenanthereae 511.
Oidium 224.
Olea 528. 529.
Oleaceae 462. 528.
Oleander 530.
Oleoideae 528.
Oleum Cocois 440.
— Rosae 516.
Olfersia 317.
Olibanum 497.
Oligomer 390.
Olivenöl 529.
Olpidium 217.
Omphalaria 244.
Omphalarieae 244.
Omphalodes 533.

Onagraceae 464. 511.
Onagreae 512.
Oncidium 458.
Onobrychis 520. 521.
Onocerin 521.
Onoclea 317.
Ononid 521.
Ononin 521.
Onopordum 547.
Onosma 533.
Oogam 172.
Oogonium 173.
Oospore 173.
Opegrapha 244.
Operculatae 278.
Operculum 429.
Ophioglossaceae300.323.
Ophioglossum 325.
Ophrydeae 456.
Ophrys 455.
Opianin 483.
Opium 483.
Opponirt 15.
Opuntia 510.
Opuntinae 510.
Orange 496.
Orchidaceae 432. 453.
Orchis 455. 456.
Oreodoxa 440.
Organe 1. 25.
Origanum 537.
Orlaya 507.
Orlean 489.
Ornithogalum 435.
Ornithopus 520. 521.
Orobanche 538.
Orobancheae 462. 538.
Orobus 521.
Orseille 244.
Orthoploceae 485. 486.
Orthospermae 505.
Orthostiche 16.
Orthothecium 296.
Orthotrichum 296.
Orthotrop 355.
Oryza 446. 449.
Oryzeae 446.
Oscillaria 178.
Oscillariaceae 177.
Osmunda 315. 320.
Osmundaceae 299. 320.
Osyris 524.
Ouvirandra 444.
Ovarium 410.
Oxalidaceae 463. 494.
Oxalis 494.
Oxycedrus 378.
Oxycoccus 526.
Oxycopaivasäure 523.
Oxytropis 526.
Ozothallia 200.
Paederota 537.
Paeonia 482.
Paeonieae 432.
Palaeospathe 440.
Paliurus 500.
Palisanderholz 539.
Pallisaden 249. 259.
Pallisadenparenchym60.
Palmacites 440.
Palmae 439.
Palmella 188.
Palmellaceae 188. 243.
Palmenkerne 440.
Palmenkohl 440.
Palmenöl 440.
Palmenwein 440.
Palmyrapalme 440.
Paludella 296.
Pampasgras 449.
Panamahüte 441.
Panax 503.
Pandaneae 441.
Pandanus 441.
Pandorina 186.
Paniceae 446.
Panicoideae 446.
Panicula 25.
Panicum 446. 449.
Pannaria 244.
Pantherschwamm 266.
Pantoffelblume 538.
Panus 266.
Papaver 483.
Papaveraceae 463. 483.
Papaverin 483.
Papayaceae 511.
Papayacin 511.
Papiermaulbeerbaum 470.
Papilionaceae 464. 518.
Pappel 468.
Pappophoraceae 448.
Pappus 396. 546.
Paprika 534.
Papyrus 461.
Paracorolla 399.
Paradiesfeige 451.
Paradieskörner 453.
Paraguaythee 499.
Parakresse 550.
Paranüsse 514.
Paraphysen220.249.259. 283.
Parasiten 47. 123.
Parasolschwamm 266.
Parastichen 18.
Parelleflechte 244.
Parenchym 60.
Parietaria 470.
Parillin 436.
Paris 436.
Parmelia 244.
Parmeliaceae 244.
Parnassia 509.
Parnassieae 509.
Paronychia 475.
Paronychieae 475.
Parthenogenesis 166.
Passerina 514.
Passiflora 511.
Passifloraceae 511.
Passiflorinae 511.
Passionsblume 511.
Pasta Guarana 498.
Pastinaca 507. 508.
Pastinake 508.
Patellariaceae 233.
Paukenhaut 295.
Paullinia 498.
Paulownia 538.
Paxillus 266.
Payta 523.
Pech 383.
Pechtanne 382.
Pecopterideen 314.
Pecopteris 315.
Pectin 523.
Pediastrum 187.
Pedicularis 538.
Pelargonium 493.
Pelletierin 514.
Pellia 279.
Pelorien 389.
Peltideaceae 244.
Peltigera 244.
Pelvetia 199.
Penicillaria 449.
Penicillium 225.
Pentsao 503.
Pentastemon 538.
Peplis 513.
Pepsin 118. 125.
Perianthium 274. 351. 397.
Periblem 100.
Pericambium 85.
Pericarpium 203.
Perichaetium 274. 283.
Periderm 73.
Peridermium 248.
Peridie 224. 247. 251.
Perigamium 283.
Perigon 387. 398.
Perigonium 283.
Perigynisch 411.
Perigynium 283.

Periphysen 227.
Periplasma 215.
Periploca 531.
Perisperm 425.
Peristom 294.
Perithecien 174. 223. 227. 240.
Perlenschwamm 266.
Peronospora 215. 216.
Peronosporeae 213. 214.
Persica 517. 518.
Perubalsam 521.
Perückenbaum 497.
Pertusaria 244.
Pertusarieae 244.
Petala 398.
Petasites 548.
Petersilie 508.
Petroselinum 506. 508.
Petunia 534.
Peucedaneae 507.
Peucedanum 507.
Peyssonelia 201.
Peziza 233.
Pezizeae 233.
Pfaffenhütchen 499.
Pfauengerste 449.
Pfeffer 469.
— spanischer 534.
Pfefferminze 537.
Pfeilgift 530.
Pfeilwurzel 453.
Pfirsich 518.
Pflanzen, axenlose 2.
— fleischverdauende 124.
— insektenfressende 124.
Pflaume 518.
Phacidiacei 232.
Phacidium 232.
Phaeophyceae 176. 195.
Phaeoretin 473.
Phaeosporeae 196.
Phajus 458.
Phalarideae 446.
Phalaris 446. 449.
Phalloidei 253.
Phallus 253.
Phanerogamen 168. 350.
Pharbitis 531.
Phascaceae 286. 290.
Phascoideae 290.
Phascum 293.
Phaseoleae 521.
Phaseoloideae 521.
Phaseolus 521.
Phegopteris 317.
Phelipaea 538.
Phelloderm 73.
Phellogen 72.
Philadelpheae 510.
Philadelphus 510.
Philodendron 443.
Philonotis 296.
Phleum 447. 449.
Phloëm 78. 82.
Phloëmstrahlen 86.
Phlomis 536.
Phlox 532.
Phoenix 440.
Phormidium 178.
Phormium 435.
Phosphor 111.
Phragmidium 248.
Phragmitis 449.
Phycochrom 176.
Phycochromaceae 176.
Phycocyan 176.
Phycoerythrin 201.
Phycomycetes 208. 212.
Phycophaeïn 195.
Phycoxanthin 176. 195.
Phyllactinia 224.
Phyllantheae 501.
Phyllanthus 502.
Phyllirea 528.
Phyllocactus 510.
Phyllocladen 10.
Phyllocladus 378.
Phylloglossum 339.
Pyllolobae 519.
Phyllom 1.
Phyllosiphon 185.
Physalis 534.
Physcia 244.
Physcomitrium 295.
Physocalymna 513.
Physostigma 522.
Physostigmin 522.
Phytelephas 440.
Phyteuma 540.
Phytolacca 474.
Phytolaccaceae 474.
Phytophthora 215. 216.
Piassava 440.
Picea 381. 382.
Pietra fungaja 255.
Picraconitin 482.
Picraena 496.
Picris 549.
Picrosclerotin 230.
Pigmentbacterien 212.
Pileus 255.
Pilocarpin 495.
Pilocarpus 495.
Pilularia 330. 333.
Pilze 167. 205. 267.
Pilzgallen 208.
Pimarsäure 383.
Pimentpfeffer 514.
Pimpernuss 499.
Pimpinella 506. 508.
Pinaster 381.
Pinguicula 538.
Pinie 383.
Pininsäure 383.
Pinites 384.
Pinnularia 175.
Pinus 381. 382.
Piper 469.
Piperaceae 469.
Piperinae 469.
Piptocephalideae 213. 214.
Piptocephalis 214.
Pirola 526.
Pirolaceae 526.
Pirus 516.
Pisang 451.
Pistacia 497.
Pistill 410.
Pisum 521.
Pita 438.
Pityoxylon 384.
Placenta 355. 367.
Plagiochila 280.
Plagiothecium 296.
Planogameten 165. 171.
Plantae cellulares 169.
— seminiferae 168.
— vasculares 169.
Plantaginaceae 462. 540.
Plantago 540.
Plasma 28.
Plasmodiophora 210.
Plasmodium 209.
Platanaceae 460. 472.
Platanthera 455. 456.
Platanus 472.
Platterbse 521.
Platylobeae 501.
Platyphylleae 279.
Plectranthus 537.
Pleiochasium 24.
Pleiomer 390.
Pleospora 229.
Plerom 100.
Pleuridium 293.
Pleurocarp 283.
Pleurococcus 188.
Pleurorhizeae 485.
Pleurospermum 508.
Plumbaginaceae 462. 527.
Plumbago 527.
Plumula 426.

Poa 448. 449.
Poaeideae 447.
Pocken 212.
Pockholz 495.
Podocarpeae 377.
Podocarpus 378.
Podophyllin 478.
Podophyllum 478.
Podospermum 549.
Podosphaera 223.
Pogostemon 537.
Polemoniaceae 463. 531.
Polemonium 532.
Pollenkammer 360.
Pollenkörner 165. 352. 359.
Pollenmutterzellen 407.
Pollensäcke 351. 358. 364. 401.
Pollenschlauch 353. 372. 420.
Pollinarien 410.
Pollinodium 221.
Polybotrya 317.
Polycarpicae 477.
Polycarpisch 410.
Polycarpon 475.
Polychroit 438.
Polycnemum 474.
Polyembryonie 428.
Polygala 499.
Polygalaceae 462. 498.
Polygamarin 499.
Polygonaceae 461. 472.
Polygonatum 436.
Polygoneae 473.
Polygonum 473.
Polymer 411.
Polyphagus 217.
Polypodiaceae 299. 315.
Polypodieae 316.
Polypodium 315. 316.
Polypogon 447.
Polyporeï 255. 265.
Polyporus 265. 267.
Polysiphonia 205.
Polystigma 231.
Polytrichaceae 295.
Polytrichum 295.
Pomaceae 464.
Pomeae 515.
Pomeranze 496.
Pomonaschwamm 266.
Pompelmus 496.
Pontederiaceae 439.
Populus 468.
Porencanäle 38.
Porenkapseln 431.
Porocypheae 244.
Porocyphus 244.
Porphyra 201. 205.
Porphyraceae 205.
Porre 435.
Portulaca 477.
Portulacaceae 477.
Portulak 477.
Potamogeton 444.
Potamogetoneae 444.
Potentilla 517.
Poteriaceae 517.
Poterium 517.
Pothoideae 443.
Pottia 296.
Pottiaceae 296.
Prasium 536.
Preisselbeere 526.
Preissia 278.
Prenanthes 549.
Primel 527.
Primordialschlauch 29.
Primordialzellen 28.
Primordien 397.
Primula 527.
Primulaceae 462. 526.
Primulinae 526.
Procambium 101.
Procarpium 173. 203.
Promycelium 247.
Prosenchym 60.
Protandrisch 419.
Protea 515.
Proteaceae 515.
Proteïnkörner 32.
Proteïnstoffe 19.
Prothallium 298. 370. 417.
Protococcaceae 181. 243.
Protococcus 187.
Protogynisch 419.
Protonema 267. 280.
Protoplasma 27. 28.
Provenceröl 529.
Pruneae 517.
Prunella 536.
Prunus 517.
Psamma 447.
Pseudaconin 482.
Pseudaconitin 482.
Pseudomonocotyl 427.
Pseudoparenchym 59.
Pseudopodium 288.
Psidium 514.
Psilotaceae 301. 342.
Psilotum 342.
Psora 244.
Psoroma 244.
Psorotichia 244.
Psorotichieae 244.
Psychotria 543.
Ptelea 496.
Pteridium 316.
Pteridophyta 167. 296.
Pterigynandrum 296.
Pteris 315. 316.
Pterocarpus 522.
Pterocarya 468.
Pterygophyllum 296.
Ptilidieae 280.
Ptilidium 280.
Puccinia 246. 247.
Puffbohne 521.
Pulegium 536.
Pulicaria 547.
Pulmonaria 533.
Pulpa Tamarindorum 523.
Pulque 438.
Pulsatilla 481. 482.
Punica 514.
Pycniden 221. 226.
Pycnophycus 199.
Pyrenolichenes 240.
Pyrenomycetes 221. 226. 267.
Pyrethrum 550.
Pythium 215.
Pyxidium 431.
Quassia 496.
Quassiin 496.
Quebrachin 530.
Quebrachorinde 530.
Quecke 449.
Quellung 41.
Quendel 537.
Quercitronrinde 467.
Quercus 466. 467.
Querspannung 142.
Quillaya 517.
Quillajeae 517.
Quincuncial-dachig 400.
Quirl 15.
Quitte 516.
Racemös 22.
Racemus 24.
Racomitrium 296.
Radiär 21.
Radicula 430.
Radieschen 487.
Radiola 494.
Radix Althaeae 493.
— Angelicae 508.
— Columbo 469.
— Enulae 549.
— Gentianae rubrae 530.
— Helenii 549.
— Jalapae 531.
— Ipecacuanhae 593.

Radix
— Iwarancusae 449.
— Levistici 508.
— Liquiritiae 521.
— Ononidis 521.
— Pimpinellae 508.
— Pyrethri 550.
— Ratanhiae 523.
— Rhei 473.
— Sarsaparillae 436.
— Scammoniae 531.
— Senegae 499.
— Taraxaci 550.
— Vetiveriae 449.
Radula 279.
Rafflesia 524.
Rafflesiaceae 461. 524.
Ramalina 244.
Ramalineae 244.
Ramié 470.
Ranken 155.
Ranunculaceae 463. 481.
Ranunculeae 481.
Ranunculus 481. 482.
Raphaneae 486.
Raphanus 486. 487.
Raphe 355.
Raphiden 52.
Raphidospora 229.
Rapistrum 486.
Raps 487.
Rapünzchen 545.
Rapunzel 540.
Ratanhiagerbsäure 523.
Ratanhiaroth 523.
Ratanhiawurzel 523.
Raumparasiten 178. 182.
Rauschbeere 502.
Raute 495.
Raygras 449.
Reboulia 278.
Receptaculum 302. 394.
Reduplicativ-klappig 400.
Reis 449.
Reisbohne 522.
Reisgerste 449.
Reizbewegungen 158.
Reizker 266.
Remijia 544.
Rennthierflechte 244.
Replum 483.
Reseda 487.
Resedaceae 463. 487.
Reservestoffe 119.
Reservestoffbehälter 119.
Resina Benzoë 528.
— Dammara 380.
Resina
— Mastix 497.
— Pini 383.
— Sandaraca 379.
Resorptionsbewegung 124.
Restiaceae 439.
Resupination 389.
Rettich 487.
Rhabarbareae 473.
Rhabarber 473.
Rhamnaceae 464. 500.
Rhamnin 500.
Rhamnocathartin 500.
Rhamnus 500.
Rhapis 440.
Rheum 473.
Rheumgerbsäure 473.
Rheumsäure 473.
Rhinanthaceae 538.
Rhinanthus 538.
Rhipidonema 244.
Rhizidium 217.
Rhizinen 236.
Rhizocarpeae 300. 325.
Rhizoiden 282.
Rhizoma Aconiti 482.
— Asari 524.
— Calami 443.
— Caricis 451.
— Curcumae 453.
— Filicis 317.
— Galangae 483.
— Graminis 449.
— Hellebori albi 433.
— Hellebori viridis 482.
— Iridis 438.
— Podophylli 478.
— Serpentariae 524.
— Tormentillae 517.
— Valerianae 545.
— Veratri 433.
— Zedoariae 453.
— Zingiberis 453.
Rhizome 10.
Rhizomorpha 206. 254. 266.
Rhizophora 512.
Rhizophoraceae 512.
Rhodiola 509.
Rhododendron 526.
Rhodomeleae 205.
Rhodophyceae 176. 201.
Rhodoraceae 526.
Rhodospermeae 201.
Rhoeadin 483.
Rhoeadinae 483.
Rhoeadinsäure 483.
Rhus 497.
Rhynchospora 451.
Rhytisma 233.
Ribes 510.
Ribesiaceae 464. 510.
Riccia 277. 278.
Riccieae 277.
Ricciella 278.
Ricciocarpus 277. 278.
Richardia 443.
Ricinus 501. 502.
Ricinusöl 502.
Riedgräser 450.
Rinde 77. 86. 103.
Rindenporen 74.
Rindenschwämme 264.
Ring 258.
Ringelblume 550.
Ringleisten d. Zellwand 38.
Rispe 25.
Rispengras 449.
Rittersporn 482.
Rivularia 179.
Rivulariaceae 17. 178. 243.
Robinia 520. 521.
Roccella 244.
Roccelleae 244.
Rocou 489.
Roestelia 248.
Röhrenschwämme 265.
Roggen 449.
Roggenkornbrand 220,
Roggenstengelbrand 220.
Roggentrespe 449.
Rohr 449.
— spanisches 440.
Rohrzucker 51.
Rosa 516.
Rosaceae 464. 515.
Rose 516.
Roseae 516.
Rosenholz 513. 522.
Rosenkohl 487.
Rosenöl 516.
Rosiflorae 515.
Rosinen 499.
Rosmarinus 535. 537.
Rosshaar, vegetabilisches 439.
Rosskastanie 498.
Rostpilze 245.
Rothalgen 201.
Rothbuche 467.
Rothdorn 516.
Rothfäule 265.
Rothkraut 487.
Rothtanne 382.

Rottlera 502.
Rottlerin 502.
Rubeae 516.
Rubia 543.
Rubiaceae 462. 542.
Rubiinae 542.
Rubus 516.
Ruchgras 449.
Rübe 474. 487.
Rübsen 487.
Rüster 472.
Rumex 473.
Rumiceae 473.
Runkelrübe 474.
Ruppia 444.
Ruscus 436.
Russbrand 220.
Russula 266.
Ruta 495.
Rutaceae 495.
Ruteae 495.
Rutinae 494.
Saathafer 449.
Sabadilla 433.
Sabadillin 435.
Sabadillsäure 435.
Sabina 378.
Saccharomycetes 244. 245.
Saccharomyces 209. 221.
Saccharum 499.
Sadebaum 379.
Saflor 550.
Safran 438.
Saftfäden 220.
Sagenopteris 333.
Sagina 476.
Sagittaria 458.
Sago 440. 362.
Sagopalme 440.
Sagus 440.
Salat 550.
Salbei 537.
Salep 456.
Salicaceae 461. 468.
Salicornia 474.
Salisburia 378.
Salix 468.
Salsola 474.
Salvia 535. 537.
Salvinia 326.
Salviniaceae 300. 326.
Sambucoideae 544.
Sambucus 544.
Sammelfrucht 431.
Samen 353. 429.
Samendeckel 429.
Sameneiweiss 421.
Samenknospe 353. 359. 414.
Samenmantel 365. 414. 429.
Samennaht 355.
Samenpflanzen 168. 350.
Samenschale 429.
Samolus 527.
Sandarakharz 379.
Sandelholz 522. 524.
Sandhafer 349.
Sandsegge 451.
Sanguis Draconis 440.
Sanguisorba 517.
Sanguisorbeae 517.
Sanicula 505.
Saniculeae 505.
Santalaceae 461. 524.
Santalum 524.
Santonin 550.
Saoria 527.
Sapindaceae 464. 497.
Saponaria 476.
Saponin 476. 499. 517.
Sapotaceae 528.
Saprolegnia 217.
Saprolegniaceae 213. 216.
Saprophyten 47. 124.
Sarcina 212.
Sarcolobae 520.
Sarcosyphus 280.
Sargassoseen 201.
Sargassum 199. 267.
Sarothamnus 519.
Sarracenia 488.
Sarraceniaceae 488.
Sarsaparille 436.
Sassafras 478.
Satanspilz 265.
Satureja 537.
Saubohne 521.
Sauerampfer 473.
Sauerkirsche 518.
Sauerstoff 110.
Saugwurzeln 123.
Saurureae 469.
Sauteria 278.
Saxifraga 509.
Saxifraginae 508.
Scabiosa 546.
Scammonium 531.
Scandiceae 508.
Scandix 508.
Scapania 280.
Schabziegerklee 521.
Schachtelhalme 167. 333.
Schälwunden 105.
Schafchampignon 266.
Schafeuter 265.
Schafgarbe 550.
Schalenbildung der Zellhaut 42.
Schalotte 435.
Scharte 550.
Schaukelnd 401.
Scheibenpilze 231.
Scheide 285.
Scheinaxe 23.
Scheindolde 24.
Scheinfrüchte 431
Scheingewebe 59.
Scheingräser 450.
Scheinparenchym 59.
Scheitel 2.
Scheitelkante 107.
Scheitelwachsthum 2.
Scheitelzelle 93.
Scheuchzeria 458.
Scheuerkraut 338.
Schichtung der Zellhaut 40.
Schichtzelle 415.
Schiefblatt 511.
Schierling 508.
Schierlingstanne 381. 382.
Schiffchen 519.
Schirmtanne 379.
Schistostega 295.
Schistostegaceae 295.
Schizaea 319.
Schizaeaceae 299. 318.
Schizandraceae 480.
Schizocarpae 286. 288.
Schizogen 62.
Schizomycetes 208. 211.
Schizophyceae 176.
Schizophyllum 165.
Schizothrix 178.
Schlafmohn 483.
Schlangenfichte 382.
Schlangenwurzel 524.
Schlauchflechten 240. 244.
Schlauchpilze 220.
Schlauchsporen 220.
Schleier 256. 302.
Schleimpilze 209.
Schleimschläuche 91.
Schliessfrüchte 430.
Schliesszellen 66.
Schlingpflanzen 154.
Schlusszellen 426.
Schmack 497.
Schmarotzer 47.
Schmierbrand 220.
Schneeball 544.
Schneebeere 544.
Schneeglöckchen 437.

Schnittlauch 435.
Schoberia 474.
Schöllkraut 483.
Schoenocaulon 433.
Schoenus 451.
Schote 430.
Schötchen 485.
Schraubel 23. 25.
Schriftflechten 244.
Schütte der Kiefer 232.
Schüttgelb 500.
Schuppenbäume 349.
Schuppenblätter 13.
Schutzscheide 88.
Schwämme 248.
Schwärmsporen 164. 170.
Schwärmzellen 164. 170.
Schwammparenchym 60.
Schwarzkiefer 383.
Schwarzwurzel 550.
Schwefel 111.
Schwefelkopf 266.
Schwerkraft 149.
Schwingel 449.
Sciadium 187.
Sciadopitys 379.
Scilla 435.
Scillain 435.
Scillin 435.
Scillipicrin 435.
Scillitoxin 435.
Scirpeae 450.
Scirpus 451.
Scitamineae 451.
Scleranthеae 461. 475.
Scleranthus 475.
Sclerenchym 71. 87.
Sclererythrin 230.
Sclerochloa 448.
Scleroderma 252.
Sclerodermeï 252.
Sclerokrystallin 230.
Sclerotinsäure 230.
Sclerotium 206. 209. 226. 255.
Scolecit 231.
Scolecopteris 323.
Scolopendrium 316.
Scorodosma 507. 508.
Scorzonera 549. 550.
Scrophularia 537.
Scrophulariaceae 462. 537.
Scutellaria 536.
Scytonema 178.
Scytonemaceae 178.
Scytosiphon 196.
Secale 449.
Secretbehälter 89.
Sedum 509.
Seegras 444.
Seestrandkiefer 383.
Segel 343.
Segment 93.
Segmentwand 93.
Segmentzelle 93.
Seidelbast 514.
Seidenpflanze 531.
Seidenschwamm 266.
Seifenkraut 476.
Seitenknospen 9.
Seitenwurzeln 4.
Selaginella 345.
Selaginelleae 301. 345.
Selbstbestäubung 356.
Selbststeril 418.
Seligeria 296.
Seligeriaceae 296.
Selinum 507.
Sella 343.
Sellerie 508.
Semen Cacao 492.
— Cinae 550.
— Colchici 433.
— Cydoniae 516.
— Foeni graeci 521.
— Hyoscyami 534.
— Lini 449.
— Papaveris 483.
— Psyllii 540.
— Quercus 398.
— Sabadillae 435.
— Sinapis 487.
— Strychni 530.
Semmelpilz 265.
Sempervivum 509.
Senebiera 486.
Senebiereae 486.
Senecio 548.
Senegin 499.
Senf 487.
Sennesblätter 523.
Sepala 398.
Septicid 431.
Septifrag 431.
Septoria 229.
Sequoia 379.
Serapias 455.
Serpentariae 523.
Serradella 521.
Serratula 547. 550.
Sesamöl 538.
Sesamum 538.
Seseli 507.
Seselineae 506.
Sesleria 448.
Seta 285.
Setaria 446. 449.
Sevenbaum 379.
Sherardia 543.
Sideritis 536.
Sideroxylon 528.
Siebplatten 83.
Siebröhren 82.
Siegelbäume 349.
Sieglinga 447.
Sigillaria 349.
Sigillarieae 349.
Silaus 506.
Silbertanne 381.
Silene 476.
Sileneae 476.
Siler 507.
Silerineae 507.
Silicium 111.
Silicula 430.
Siliqua 430.
Siliqua dulcis 523.
Simaruba 496.
Simarubaceae 496.
Simplices 227. 229.
Simultan 15.
Sinapis 486. 487.
Sinistrin 435.
Sinnpflanze 523.
Siphoneae 184.
Siphonia 502.
Sirosiphon 178.
Sirosiphoneen 177. 178. 243.
Sistostrema 265.
Sisymbrieae 486.
Sisymbrium 486.
Sium 506.
Smilaceae 432. 436.
Smilacin 436.
Smilax 436.
Smyrneae 508.
Socaloïn 435.
Soja 522.
Solanaceae 463. 533.
Solaneae 534.
Solanin 534.
Solanites 534.
Solanum 534.
Soldanella 527.
Solidago 547. 549.
Somapflanze 531.
Sommereiche 467.
Sommerlinde 491.
Sommersporen 246.
Sonchus 549.
Sonnenblume 549.
Sophora 521.
Sorbaria 517.
Sorbus 516.

Sordaria 229.
Soredialanflüge 238.
Soredialäste 238.
Soredien 237. 164.
Sorghum 449.
Sorosporium 219.
Sorus 302.
Spadiciflorae 439.
Spadix 24.
Spaltalgen 176.
Spaltfrüchte 430.
Spaltfrüchtler 288.
Spaltöffnungen 65.
Spaltpilze 211.
Sparassis 264.
Sparganium 441.
Spargel 436.
Spark 476.
Spartium 519.
Spathulea 233.
Specularia 540.
Speiteufel 266.
Spelz 449.
Spergel 476.
Spergula 476.
Spergularia 475.
Spermakern 373. 421.
Spermatien 292. 221. 226 u. folg.
Spermaphyta 168. 350.
Spermatozoiden 165. 173. 242.
Spermogonien 221. 226. 241.
Sphacelaria 198.
Sphacelariaceae 198.
Sphacelia 229.
Sphaerangium 293.
Sphaerella 229.
Sphaeria 229. 267.
Sphaerobolus 253.
Sphaerococcus 205.
Sphaerococcites 267.
Sphaerokrystalle 51.
Sphaerophoreae 244.
Sphaerophoron 244.
Sphaeroplea 190.
Sphaeropleaceae 189.
Sphaerotheca 223.
Sphagna 286. 288.
Sphagnaceae 288.
Sphagnum 288.
Sphenopterideen 314.
Sphenopteris 315.
Spica 24.
Spicularzellen 87.
Spilanthes 550.
Spindelbaum 499.
Spinacia 474.
Spinat 473. 474. 476.
Spindelfasern 57.
Spiraea 517.
Spiraeeae 517.
Spirale der Blattstellung 17.
Spiralleisten der Zellwand 38.
Spiranthes 4b6.
Spirillum 212.
Spirochaete 212.
Spirogyra 182.
Spirolobeae 485. 486.
Spirre 25.
Spirulina 178.
Spitzahorn 498.
Spitzenwachsthum 2.
— der Membran 35.
Splachnaceae 295.
Splachnum 295.
Splint 194.
Sporangienfrüchte 326.
Sporangium 210. 297. 320. 321. 324. 335. 340. 346.
Sporen 164. 167 etc.
Sporenfrüchte 173.
Sporenlager 220.
Sporenpflanzen 167. 170.
Sporensack 269. 286.
Sporenschläuche 220.
Sporenträger 249.
Sporidien 247. 218.
Sporledera 293.
Sporocarpien 173. 326.
Sporogonium 268. 275, 285.
Sporophyta 167. 170.
Springfrüchte 430.
Spritzgurke 542.
Spross 1. 7.
— blattartiger 10.
Sprosspilze 244.
Sprossung der Zelle 56.
Sprosssystem 7.
Stachelbeere 510.
Stacheln 15.
Stachelschwämme 265.
Stachys 536.
Stäbchen 251.
Stäbchenfructification 251.
Stärke 47. 115.
Stärkebildner 47.
Stärkecellulose 49.
Stamina 351.
Staminodien 406.
Stamm 1. 6.
Stammranken 10.
Stanhopea 458.
Stapelia 531.
Staphylea 499.
Staphyleaceae 499.
Statice 527.
Staubbeutel 352.
Staubblätter 351. 358. 363. 400.
Staubbrand 220.
Staubfaden 352.
Staubgefässe 14. 351. 400.
Staurastrum 184.
Stechapfel 534.
Stechdorn 500.
Stechpalme 499.
Stecklinge 164.
Stegocarpae 286. 293.
Stein 431.
Steinbrand 220.
Steineiche 467.
Steinfrucht 431.
Steinnuss 440.
Steinpilz 265.
Steinzellen 87.
Stellaria 476.
Stellatae 543.
Stellung der Glieder 15.
Stemonitis 210.
Stempel 410.
Stenactis 547.
Stengel 1. 6.
Stenolobeae 501.
Sterculiaceae 491.
Stereocaulon 244.
Stereum 264.
Sterigmen 250. 207.
Sternanis 480.
Stichidien 202.
Stickstoff 110.
Sticta 244.
Stictideae 232.
Stictinsäure 244.
Stictis 232.
Stiefmütterchen 488.
Stieleiche 467.
Stigma 410.
Stigmaria 349.
Stillingia 502.
Stinkasant 508.
Stinkbrand 220.
Stipa 447.
Stipeae 447.
Stockausschlag 9.
Stockmalve 493.
Stockrose 493.
Stockschwamm 266.
Stoffwanderung 117.
Stoffwechsel 117.

Stolonen 10.
Stoppelschwamm 265.
Storax 528.
Storesin 510.
Strangscheiden 89.
Stratioteae 459.
Stratiotes 459.
Strauchflechten 234.
Strauss 25.
Streifung der Zellhaut 41.
Streptopus 436.
Strobili Lupuli 471.
Strobus 381.
Stroma 227.
Strontium 112.
Strophiola 429.
Struthiopteris 317.
Stuhlrohr 440.
Strychnin 530.
Strychnos 530.
Stützblatt 7. 14.
Stützscheide 89.
Stützschläuche 249.
Sturmia 456.
Stylidiaceae 541.
Stylosporen 221. 226. 246.
Stylus 410.
Styraceae 528.
Styracin 510. 521.
Styrax 528.
Styrax liquidus 510.
Styrol 510.
Suberin 42.
Subularia 486.
Subularieae 486.
Succedan 15.
Succinum 384.
Succisa 546.
Süssholz 521.
Süsskirsche 517.
Süssling 266.
Summitates Sabinae 379.
Sumpfcypresse 379.
Superponirt 15. 406.
Surirayeae 181.
Swertia 529.
Swietenia 496.
Sympetalae 525.
Symphoricarpus 544.
Symphytum 533.
Sympodium 23.
Synalissa 244.
Syncarp 411.
Syncarpium 431.
Synchytrium 217.
Synechococcus 177.
Synedreae 181.
Synergiden 416.
Syringa 528. 529.
Syrupus Cerasorum 518.
Tabak, 534.
Tabellarieae 181.
Tabernaemontana 530.
Tacca 438.
Taccaceae 438.
Taeda 381.
Taeniopterideen 314.
Tagetes 550.
Tamarinde 523.
Tamarindi 523.
Tamarindus 523.
Tamaricaceae 463. 490.
Tamarix 490.
Tamus 438.
Tanacetum 548.
Tange 195.
Tanghinia 530.
Tanne 381.
Tapete 407. 416.
Tapetenzellen 297. 352.
Tapiocca 502.
Taraxacin 550.
Taraxacum 549. 550.
Targionia 278.
Targionieae 278.
Taschen 222.
Taumellolch 449.
Tausendgüldenkraut 530.
Tausendschön 549.
Taxaceae 377.
Taxineae 365. 377.
Taxodineae 367. 377. 379.
Taxodium 379.
Taxus 378.
Tazette 437.
Teakholz 539.
Tecoma 539.
Tectona 539.
Teesdalea 486.
Teichbinse 451.
Teichlinse 444.
Teichrohr 449.
Telekia 548.
Telephora 265.
Telephoreï 264.
Teleutosporen 246.
Terebinthaceae 497.
Terebinthina argentoratensis 381.
— canadensis 381.
— communis 381.
— cypria 497.
— veneta 382.
Terebinthinae 494.
Terminalknospe 9.
Ternstroemiaceae 490.
Terpenthin 381—383.
Terpenthinöl 383.
Terra japonica 523. 543.
Testa 429.
Testudinaria 438.
Tetmemorus 189.
Tetrachytrium 217.
Tetragonia 476.
Tetragonolobus 520.
Tetraphideae 295.
Tetraphis 295.
Tetrasporen 202.
Teufelsdreck 508.
Thalictrum 481.
Thalloidima 244.
Thallom 2.
Thallophyten 2. 167. 170.
Thallus 2. 167.
Thapsieae 507.
Thea 490.
Thebaïn 483.
Theca 285. 352.
Thee 490.
Theer 383.
Theilungsgewebe 60.
Theïn 490.
Theobroma 492.
Theobromin 492.
Thesium 524.
Thlaspi 486.
Thlaspideae 486.
Thränen 134.
Thrincia 549.
Thuidium 296.
Thunbergia 539.
Thuja 379.
Thyllen 81.
Thymelaea 514.
Thymelaeaceae 461. 514.
Thymelinae 514.
Thymian 537.
Thymol 537.
Thymus 537.
Thyrsopteris 317.
Thyrsus 25.
Thysselinum 507.
Tiglinsäure 502.
Tiglium 502.
Tilia 491.
Tiliaceae 464. 491.
Tillaea 509.
Tillandsia 439.
Tilletia 220.
Timotheegras 499.
Tmesipteris 342.
Toddalieae 496.
Toddy 440.

Todea 320.
Todtenblume 550.
Toffieldia 433.
Tolen 521.
Tollkirsche 534.
Tolubalsam 521.
Toluifera 521.
Tolypella 195.
Tomate 534.
Tonkabohne 522.
Topinambur 549.
Tordylium 507.
Torfmoose 288.
Torilis 508.
Tormentilla 517.
Tormentillroth 517.
Torsion 156.
Torus 387.
Toxicodendronsäure 497.
Tozzia 538.
Tracheen 82.
Tracheïden 81.
Trachylobium 523.
Tradescantia 439.
Tragacantha 521.
Traganth 521.
Tragblatt 7. 14. 351.
Tragopogon 549.
Tragus 446.
Trama 251. 259.
Trametes 265.
Transpiration 129.
Transversale 388.
Trapa 512.
Trapeae 512.
Traube 24.
Traubeneiche 398. 467.
Traubenkrankheit 224.
Traubenzucker 51.
Tremella 251.
Tremellini 250.
Treppentracheiden 36.
Tribulus 495.
Trichia 210.
Trichocladia 224.
Trichocolea 280.
Trichogyne 173. 203. 241.
Trichomanes 315.
Trichome 1. 14.
Trichophor 203.
Trichostomum 296.
Tricoccae 501.
Trientalis 527.
Trifolieae 520.
Trifolium 520. 521.
Triglochin 458.
Trigonella 520. 521.
Trinia 506.
Triodia 447.
Tripel 181.
Triphragmium 248.
Trisetum 447.
Triticin 449.
Triticum 448. 449.
Trochodendreae 480.
Trockenstarre 163.
Trockensubstanz 110.
Trogia 266.
Trollius 482.
Trompetenbaum 539.
Tropaeolaceae 493.
Tropaeolum 494.
Trüffeln 225.
Tsuga 381. 382.
Tuber 225.
Tubera Aconiti 482.
— Salep 456.
Tuberaceï 221. 225.
Tubercularia 231.
Tuberculose 212.
Tubiflorae 531.
Tubuliflorae 547.
Tuburcinia 219.
Tüpfel 36.
Tüpfelcanäle 36.
Tüpfelfarn 316.
Türkenbund 541.
Tulipa 435.
Tulpe 435.
Tulpenbaum 480.
Tunica 476.
Turgenia 508.
Turgor 139.
Turritis 485.
Tussilago 548. 549.
Typha 441.
Typhaceae 432. 441.
Tyrosin 120.
Ueberwallung 105.
Ulex 519.
Ulmaceae 461. 472.
Ulmaria 517.
Ulmus 472.
Ulota 296.
Ulothrix 188.
Ulva 189.
Ulvaceae 189.
Umbella 24.
Umbelliferae 464. 503.
Umbelliferon 508.
Umbelliflorae 502.
Umbellula 24.
Umbilicaria 244.
Umbilicarieae 244.
Uncaria 543.
Uncinula 224.
Unterblätter 270.
Unterrindig 235.
Unterschlächtig 270.
Unterständig 411.
Upas 471.
Urari 530.
Urceolaria 244.
Uredineae 209. 245.
Uredo 246. 248.
Uredosporen 246.
Urginea 435.
Urmeristem 60. 93.
Urocystis 220.
Uromyces 247.
Urson 526.
Urtica 270.
Urticaceae 461. 470.
Urticeae 470.
Urticinae 469.
Usnea 244.
Usneaceae 244.
Ustilagineae 209. 218.
Ustilago 220.
Ustulina 231.
Utricularia 538.
Utriculariaceae 538.
Vaccaria 476.
Vaccinieae 462. 526.
Vaccinium 526.
Vacuolen 29.
Vaginula 285.
Valeriana 544.
Valerianaceae 462. 544.
Valerianella 544.
Vallisneria 459.
Vallisnerieae 459.
Valsa 231.
Vanda 458.
Vanilla 458.
Vanille 458.
Vanillin 458.
Variationsbewegungen 158.
Vateria 490.
Vaucheria 184.
Vaucheriaceae 184.
Vegetationskegel 6. 93.
Vegetationspunkt 3. 93.
Veilchen 488.
Veilchenstein 189.
Veilchenwurzel 438.
Velamen 71.
Velum 256. 343.
Venus-Fliegenfalle 488.
Veratrin 435.
Veratroidin 433.
Veratrum 433.
Verbascum 537. 538.
Verbena 539.
Verbenaceae 462. 539.
Verdickungsring 103.

Verdoppelung 18. 388.
Verdunstung 129.
Verholzung 42.
Verjüngung der Zelle 53.
Verkorkung 42.
Verkümmerung 18.
Vermehrung, vegetative 164.
Veronica 537. 538.
Verpa 233.
Verrucaria 244.
Verrucarieae 244.
Verschleimung 42.
Verwachsenblätterig 394.
Verzweigung 21. 106.
Vesicaria 485.
Vibrio 212.
Viburnum 544.
Vicia 520. 521.
Vicieae 520.
Vicioideae 520.
Victoria 483.
Villarsia 530.
Vinca 530.
Vincetoxicum 531.
Viola 488.
Violaceae 463. 488.
Viscaria 476.
Viscin 525.
Viscum 525.
Vismia 489.
Vitaceae 464. 499.
Vitis 499.
Vitsbohne 522.
Vogelbeerbaum 516.
Vogelleim 525.
Vollzellbildung 53.
Volva 257.
Volvocineae 186.
Volvox 186.
Vorblätter 14. 351.
Vorhang 258.
Vorkeim 267. 277. 280. 298. 306. 323. 325. 328. 337. 342. 345. 346.
Vouapa 523.
Vulpinsäure 244.
Wachholder 378.
Wachs 65.
Wachsblume 531.
Wachspalmen 440.
Wachsthum 3. 137.
Wärme 128. 130. 135. 145. 157. 161.
Wärmestarre 163.
Wahlenbergia 540.
Waid 487.
Waldchampignon 266.
Waldmeister 543.
Wallnuss 468.
Wandspaltig 430.
Wasser 110. 117. 135.
Wasserbewegung 128.
Wasserblüthler 356.
Wasserfarne 325.
Wasserfenchel 508.
Wassergewebe 71.
Wasserlinse 444.
Wassermelone 542.
Wassernetz 187.
Wasserpest 459.
Wasserporen 68.
Wasserreis 449.
Wasserschierling 508.
Wasserspalten 68.
Wasserstoff 110.
Wau 487.
Webera 296.
Weberkarde 546.
Weichbast 84. 122.
Weichsel 518.
Weide 468.
Weidenschwamm 265.
Weigelia 544.
Weihrauch 497.
Weihrauchkiefern 381. 383.
Wein, wilder 500.
Weingaertneria 447.
Weinpalme 440.
Weinsteinflechte 244.
Weinstock 499.
Weisia 296.
Weisiaceae 296.
Weissbuche 466.
Weissdorn 516.
Weissfäule 265.
Weisskraut 487.
Weisstanne 381.
Weizen 449.
— türkischer 449.
Wellingtonia 379.
Welwitschia 384.
Wermuth 550.
Weymuthkiefer 381. 383.
Wicke 521.
Wickel 23. 25.
Wickelschraubeln 25.
Wickeltrauben 25.
Wiesenschwamm 266.
Windblüthler 356.
Wintereae 480.
Winterknospen 9. 339.
Wintereiche 467.
Winterlinde 491.
Wintersporen 246.
Wirsing 487.
Wirtel 15.
Wohlverleih 550.
Wolffia 443.
Wolfsbohne 521.
Wollblumen 538.
Wollkraut 538.
Woodsia 317.
Wruke 487.
Wunderblume 475.
Wurmfarn 317.
Wurmmoos 205.
Wurmsamen 550.
Wurzel 1. 3. 97. 107. 109.
Wurzelbrut 9.
Wurzeldruck 134.
Wurzelfäule 266.
Wurzelfrüchtler 325.
Wurzelhülle 71.
Wurzelhaare 68.
Wurzelhaube 4. 97. 107.
Wurzelscheide 5. 427.
Wurzelträger 6. 346.
Wurzelzweige 4. 109.
Xanthium 547.
Xanthophyll 46.
Xanthoxyleae 496.
Xanthoxylon 496.
Xylaria 229.
Xylem 78.
Xylemstrahlen 86.
Xyridaceae 439.
Yam 438.
Yamswurzel 438.
Yucca 435.
Yuccites 436.
Zamieae 361.
Zanardinia 196.
Zannichellia 440.
Zapfen 366.
Zapfenträger 168. 362.
Zea 446. 449.
Zelle 25.
—, nackte 28.
Zellbildung 52.
—, freie 54.
Zellenbündel 60.
Zellenfäden 59.
Zellengruppen 60.
Zellennester 60.
Zellenpflanzen 169.
Zellenreihen 59.
Zellenschicht 59.
Zellenstränge 60.
Zellfächerung 56.
Zellfusionen 80.
Zellgewebe 59.
—, mechanische 87.
Zellhaut. 27. 34.

Zellkern 27. 33.
Zellmembran 34.
Zellsaft 27. 50.
Zellstoff 34.
Zellstoffbalken 38.
Zellstofffäden 38.
Zelltheilung 56.
Zellverschmelzung 53.
Zeugungsverlust 181. 313.
Ziegenbart 264.
Zilleae 486.
Zimmtbaum 478.
Zimmtkassia 478.
Zimmtöl 478.
Zimmtrinde 478.
Zimmtsäure 510. 521. 528.
Zingiber 453.
Zingiberaceae 452.
Zink 112.
Zinnia 549.
Zirbelkiefer 381. 383.
Zittergras 449.
Zitterpilze 250.
Zittwer 453.
Zizania 449.
Zizyphus 500.
Zoogloea 211.
Zoosporen 170.
Zostera 444.
Zucker 51.
Zuckerahorn 498.
Zuckerrohr 449.
Zuckerrübe 474.
Zuckertang 199.
Zunderschwamm 265.
Zungenfuss 343.
Zweige 7.
Zweigvorkeim 193.
Zweihäusig 351.
Zwergmännchen 191.
Zwergpalme 440.
Zwetsche 518.
Zwiebel 10. 435.
Zwitterig 351.
Zygnema 182.
Zygnemaceae 182.
Zygochytrium 217.
Zygogonium 182.
Zygomorph 389.
Zygomycetes 213.
Zygophyllaceae 495.
Zygospore 165. 171.
Zygosporeae 213.
Zygote 165. 171.

Druck von Pöschel & Trepte in Leipzig.

Dec. 19, 1934.
Author Luerssen, Christian
Title Grundzüge der Botanik. Ed.4,rev.
306995
Bot
L

University of Toronto
Library

DO NOT
REMOVE
THE
CARD
FROM
THIS
POCKET

Acme Library Card Pocket
LOWE-MARTIN CO. LIMITED